BREYMANN

BAU-KONSTRUKTIONS-LEHRE

II

HOLZ

VON

DR. O. WARTH.

Biblioteka
Politechniki Wrocławskiej

BJ | L 475

Biblioteka
Politechniki Wrocławskiej

L 475 III

V. Werchusam,
stud. arch.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Dreifarbenbuchdruck v. Förster & Borries, Zwickau

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Das Kammerzellsche Haus in Straßburg.

Nach einem Original-Aquarell von Prof. H. Krabbes.

Allgemeine

Baukonstruktionslehre

mit besonderer Beziehung

auf das

Hochbauwesen.

Ein Handbuch zu Vorlesungen und zum Selbstunterricht.

Begründet

von

G. A. Breymann,

† Baurat und Professor an der Königl. Polytechnischen Schule in Stuttgart.

Neu bearbeitet

von

H. Lang,

† Oberbaurat und Professor an der Großherzogl. Technischen Hochschule in Karlsruhe

Dr. Otto Warth,

Oberbaurat und Professor an der Großherzogl. Technischen Hochschule in Karlsruhe

O. Königer,

Königl. Preuß. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Halle

und

A. Scholtz,

Baumeister und Lehrer der Bauwissenschaften in Berlin.

In 4 Bänden.

Band II: Die Konstruktionen in Holz.

6. verbesserte und vollständig umgearbeitete Auflage

von

Oberbaurat Prof. **Dr. O. Warth.**

Leipzig,

J. M. Gebhardt's Verlag.

1900.

L 475 III

Bd. 2

Die Konstruktionen in Holz.

Sechste verbesserte und vollständig umgearbeitete Auflage

von

Dr. Otto Warth,
Oberbaurat und Professor an der Großherzogl. Technischen Hochschule in Karlsruhe.

Mit einem in Farbendruck ausgeführten Titelbild: „Das Kammerzellsche Haus in Straßburg“
nach einem Originalaquarell von Prof. H. Krabbes,
825 Originalzeichnungen in Holzschnitt und 124 photolithographierten und lithographierten Figurentafeln.

Leipzig,
J. M. Gebhardt's Verlag.
1900.

Alle Rechte, insbesondere
das Recht der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten.

Biblioteka Politechniki Wrocławskiej
Inw. 2112.

Druck auch des farbigen Titelbildes von A. Th. Engelhardt, Leipzig.

Sa. 2112/47

Vorwort zur sechsten Auflage.

Bei der vorliegenden Bearbeitung der sechsten Auflage der „Baukonstruktionen in Holz“ waren im allgemeinen dieselben Grundsätze maßgebend, wie bei der Neubearbeitung des ersten Bandes dieses für Praxis und Schule bestimmten Werkes. Es wurde demgemäß ein Hauptwert darauf gelegt, alle wichtigen Konstruktionen aus dem Gebiete des Holzbaues durch bildliche Darstellungen zu veranschaulichen; bei der bereits großen Zahl der Tafeln wurden diese — mit Ausnahme von zwei neuen Tafeln — durchweg dem Texte eingefügt, und es ergaben sich circa 350 neue Illustrationen.

Der Text hat unter Berücksichtigung aller neueren Konstruktionen eine fast völlige Neubearbeitung erfahren, wobei die formale Ausbildung der Holzkonstruktionen soweit behandelt wurde, als dies im Rahmen eines Konstruktionswerkes zulässig erschien.

Ausführliche Behandlung, jedoch in einfacher Weise und unter Vermeidung rein theoretischer Erörterungen, erfuhr die Berechnung der Holzkonstruktionen, wobei versucht wurde, die Formeln zur Berechnung der Querschnitte so zu gestalten, daß der eigenartigen Verbindungsweise Rechnung getragen wird.

Wesentliche Erweiterungen erhielten die Kapitel über die Konstruktion der Balkenlagen, der Zwischendecken und der Dachstühle; insbesondere wurden eingehend behandelt die unsymmetrischen Satteldachbinder, wie sich solche bei den Bauausführungen so außerordentlich häufig finden, die zusammengesetzten Dächer, und die Hallenkonstruktionen zu vorübergehenden Zwecken.

Die bei der Bearbeitung benutzten Werke sind jeweils an den betreffenden Stellen in Fußnoten angegeben.

Dem Werke ist ein ausführliches Inhaltsverzeichnis und ein Tafelverzeichnis mit Angabe der zugehörigen Textseiten beigegeben, wodurch der Gebrauch des Buches wesentlich erleichtert werden wird.

Möge auch dieser Band in der neuen Bearbeitung wohlwollende Aufnahme und nachsichtige Beurteilung finden.

Karlsruhe, im November 1899.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Erstes Kapitel. Konstruktionen in Holz.

§ 1. Allgemeines . . . 1
§ 2. Das Material und seine Zurichtung . . . 5
§ 3. Einteilung und Benennung des Bauholzes . . . 8
§ 4. Das „Arbeiten" des Holzes . . . 10

Zweites Kapitel. Die einfachen Holzverbindungen.

§ 1. Allgemeines . . . 12
§ 2. Die Hilfsmittel der Verbindung . . . 12
1. Aus Holz . . . 12
2. Aus Eisen . . . 13
§ 3. Die Verlängerung der Hölzer . . . 17
§ 4. Die Verstärkung oder Verdickung der Hölzer . . . 20
§ 5 Die Verbreiterung der Hölzer . . . 22
§ 6. Die Verknüpfung der Hölzer . . . 24
a) Die Überblattungen oder Überschneidungen . 25
b) Die Verzapfungen . . . 26
c) Die Versatzungen. (Das Anstirnen) . . . 29
d) Die Verkämmungen . . . 31
e) Das Aufdollen. (Verdollen) . . . 32
f) Die Verklauungen . . . 32
g) Das Verzinken . . . 33

Drittes Kapitel. Die Hängewerke.

§ 1. Allgemeines . . . 35
§ 2. Verbindungen der Hängewerke . . . 36
a) Verbindung der Streben mit dem Tramen . 36
b) Verbindung der Strebe mit der Hängesäule . 37
c) Verbindung der Hängesäule mit dem Haupttramen . . . 39
§ 3. Die Sprengwerke . . . 42
§ 4. Verbindungen der Sprengwerke . . . 43
a) Verbindung der Streben mit dem Balken . 43
b) Verbindung am Strebenfuß . . . 44
§ 5. Vereinigte Häng- und Sprengwerke . . . 45

Viertes Kapitel. Die Wände.

§ 1. Allgemeines . . . 47
§ 2. Die Riegel- oder Fachwerkswände . . . 47
§ 3. Konstruktion der Fenster- und Thürumrahmungen und der Balkone . . . 52
§ 4. Die Spreng- oder Hängewände . . . 59
§ 5. Die Blockwände . . . 61
§ 6. Die Bohlen- und die Bretterwände einschließlich der Ständerblockwände . . . 63

Seite

§ 7. Lattenwände . . . 66
§ 8. Zäune und Einfriedigungen . . . 66
§ 9. Spundwände . . . 68

Fünftes Kapitel. Die Balkenlagen.

§ 1. Benennungen und Anordnungen . . . 70
a) In den Zwischengebälken . . . 72
b) In den Dachgebälken . . . 73
§ 2. Auflager der Balken . . . 75
§ 3. Balkenverankerungen . . . 81
§ 4. Konstruktion der Zwischendecken . . . 82
§ 5. Ausbildung der Decken . . . 91
§ 6. Die Roste . . . 93

Sechstes Kapitel. Berechnung der Holzkonstruktionen.

§ 1. Allgemeines . . . 98
§ 2. Zug- und Druckfestigkeit (Normalfestigkeit) . . . 99
§ 3. Scher- oder Schubfestigkeit . . . 100
§ 4. Biegungsfestigkeit . . . 101
§ 5. Trägheitsmomente und Widerstandsmomente . . . 103
Tabelle I. Querschnitte und Widerstandsmomente der Holzbalken in den gewöhnlichen Abmessungen, fortlaufend nach der Breite b der Querschnitte geordnet . . . 104
Tabelle II. Querschnitte und Widerstandsmomente der Holzbalken, fortlaufend nach den Widerstandsmomenten geordnet . . . 105
§ 6. Berechnung der an einem Ende eingespannten Träger (Freiträger) . . . 106
a) Belastung durch Einzellasten . . . 106
b) Gleichmäßig verteilte Lasten . . . 106
§ 7. Berechnung der an beiden Enden frei aufliegenden Träger 107
a) Belastung durch Einzellasten . . . 107
b) Belastung durch gleichmäßig verteilte Lasten . 108
c) Belastung durch gleichmäßig verteilte Last und durch Einzellast . . . 110
§ 8. Der Träger ist nicht an den Enden, sondern an Zwischenpunkten unterstützt . . . 111
§ 9. Die kontinuierlichen Träger . . . 112
§ 10. Graphische Ermittelung der Reaktionen und der Biegungsmomente . . . 114
A. Allgemeine Sätze . . . 114
B. Bestimmung der Auflagerreaktionen . . . 116
C. Bestimmung der Biegungsmomente . . . 117
D. Bestimmung der Vertikalkräfte . . . 118

Seite

§ 11. Beanspruchung auf Biegung und Druck 118
§ 12. Beanspruchung auf Biegung und Zug 119
§ 13. Der excentrische Druck und Zug 120
§ 14. Zerknickungsfestigkeit 120

Siebentes Kapitel. Berechnung der Querschnitte bei den zusammengesetzten Holzkonstruktionen (Dachstuhlkonstruktionen u. s. w.).

§ 1. Allgemeines 123
§ 2. Streben und sonstige Konstruktionshölzer, auf Druck, bezw. Zerknickung beansprucht 123
§ 3. Streben und Pfosten, auf Druck und durch Pfetten gleichzeitig auf Biegung beansprucht 124
§ 4. Balken, auf Zug beansprucht 125
§ 5. Balken, welche auf Zug (wie ad 3) und gleichzeitig durch die Deckelast auf Biegung beansprucht werden . . . 126
§ 6. Zugstangen 126
§ 7. Hängesäulen 127
§ 8. Pfetten 127

Achtes Kapitel. Die Dächer.

§ 1. Einleitung 129
§ 2. Die Dachformen 129
§ 3. Dachverbände 132
a) Verbindungen am Dachfuße 134
b) Verbindungen an der Dachfirst 136
c) Verbindungen an den Zwischenpfetten 136
§ 4. Konstruktion der Dachgerüste 140
§ 5. Satteldächer mit unterstützten Balken 140
A. Einfache Sparrendächer 140
B. Kehlbalkendächer 141
C. Der stehende Dachstuhl 142
a) Bei Pfettendächern 142
b) Bei Kehlbalkendächern 144
D. Der liegende Dachstuhl 146
a) Bei Pfettendächern 146
b) Bei Kehlbalkendächern 151
§ 6. Satteldächer mit nicht unterstützten Balkenlagen (Hängewerksdächer) 151
a) Bei Pfettendächern 151
b) Bei Kehlbalkendächern 158
§ 7. Satteldächer ohne Balkenlagen 159
1. Dächer aus geraden Hölzern 159
2. Dächer aus krummen Hölzern, Bohlendächer . . 164
§ 8 Kirchendächer 171
§ 9. Pultdächer 178
§ 10 Unsymmetrische Satteldachbinder 181
§ 11. Walmdächer 185
§ 12. Die zusammengesetzten Dächer 191
§ 13. Windschiefe Dächer 200
§ 14. Mansardedächer 205
§ 15. Zelt-, Kegel- und Turmdächer 207
§ 16. Kuppeldächer 220
§ 17. Hallenkonstruktionen (zu vorübergehenden Zwecken) . . 226
§ 18. Ermittelung der Spannungen in den Dachstuhlkonstruktionen 237

Seite

Neuntes Kapitel. Dacheindeckungen und Rinnenkonstruktionen.

§ 1. Allgemeines 249
§ 2. Bretterdächer 249
§ 3. Schindeldächer 251
§ 4. Stroh- und Rohrdächer 253
§ 5. Lehmschindel- oder Lehmstrohdächer 255
§ 6. Die Ableitung des Wassers von den Dächern . . . 256

Zehntes Kapitel. Die Gesimse.

§ 1 Allgemeines 260
§ 2. Die Gesimskonstruktionen 260

Elftes Kapitel. Die Treppen.

§ 1. Allgemeines 268
§ 2 Unterstützte Treppen 274
§ 3 Freitragende Treppen 277

Zwölftes Kapitel. Die Verbretterungen.

§ 1. Die Fußboden 284
a) Blindboden 286
b) Rauher Dielenboden 286
c) Gehobelter Dielenboden 286
d) Tafelfußboden 286
e) Friesboden. (Eingefaßte Boden) 287
f) Patentfußboden 288
g) Riemenboden (in langen Riemen) Schiffboden 288
h) Kapuziner-, Fischgrat- oder Stabfußboden, auch Schrägriemenboden genannt 289
i) Tafelparkette oder Parkettboden 289
k) Deutscher Fußboden 291
§ 2 Verschalungen oder Vertäferungen 291

Dreizehntes Kapitel. Die Thüren, Fenster und Laden.

A. Die Thüren.

§ 1. Allgemeines 294
§ 2. Ordinäre Thüren 295
§ 3. Verdoppelte Thüren 297
§ 4. Die eingefaßten oder gestemmten Thüren 297
§ 5. Der Beschlag der Thüren 308
§ 6. Beschlagteile zur Bewegung der Thüren 308
§ 7. Beschlagteile zum Verschluß der Thüren 319

B. Die Fenster.

§ 8. Allgemeines 321
§ 9 Die Flügelfenster 321
§ 10. Schiebefenster 327
§ 11. Der Beschlag der Fenster 331

C. Die Laden.

§ 12. Äußere und innere, ordinäre und gestemmte Laden . 337

Vierzehntes Kapitel. Die Gerüste.

§ 1. Allgemeines 341
§ 2. Die Lehrgerüste 341
§ 3. Die Baugerüste 343
a) Bockgerüste 344
b) Stangengerüste 344
c) Abgebundene Gerüste 347
d) Fliegende Gerüste 350
e) Hängende Gerüste 351
§ 4. Die Glockenstühle 351

Erstes Kapitel.

Konstruktionen in Holz.

§ 1.

Allgemeines.

Unter den Konstruktionen in Holz verstehen wir alle diejenigen, bei denen das Holz als Hauptmaterial auftritt, und die daher vornehmlich die Arbeiten des Zimmermannes und des Tischlers (Schreiners) bilden.

Zu den Zimmerarbeiten gehören im allgemeinen alle Verbindungen und Zusammenfügungen von Hölzern, die für das konstruktive Gerippe eines Bauwerkes nötig sind, und zu denen kein Leim benutzt wird, wogegen die Bautischlerarbeiten (Schreinerarbeiten) alle feineren Holzarbeiten umfassen, die insbesondere für die innere Ausstattung der Bauten bestimmt sind, und bei denen die Verbindung durch ein Klebemittel, den Leim, bewirkt wird.

Bei der früheren strengen Trennung der Gewerbe bildete die Anwendung des Leimes das wesentlichste Unterscheidungsmerkmal zwischen Zimmer- und Tischlerarbeit. Unter den heutigen Verhältnissen ist eine scharfe Trennung nicht mehr vorhanden, und die Grenze ist um so ungewisser, als auch der Ortsgebrauch einen Einfluß übt.

Die Holzkonstruktionen beruhen auf wesentlich anderen Grundsätzen, als die im ersten Bande dieses Handbuches behandelten Steinkonstruktionen.

Vergleichen wir die Eigenschaften des anorganischen Steines mit denen des organischen Holzes, so werden sich auch charakteristische Unterschiede zwischen den Stein- und Holzkonstruktionen leicht ergeben. Der Stein zeichnet sich aus durch Schwere, Dichtigkeit, Härte, Sprödigkeit, Dauerhaftigkeit und Unverbrennlichkeit, das Holz dagegen durch Leichtigkeit, Porosität, Weichheit, Elastizität, Veränderlichkeit und Verbrennlichkeit.

Während der Stein im allgemeinen eine parallelepipedische Form von geringer Länge besitzt, ist der Stamm, bezw. das zu Konstruktionen verwendete Holz entschieden stabförmig, von bedeutender Längenausdehnung im Verhältnis zur Querschnittsfläche; hieraus ergiebt sich in konstruktiver Beziehung die Selbständigkeit und Unabhängigkeit des Steines, vermöge seiner Form und Schwere, gegenüber der Unselbständigkeit und Abhängigkeit des Holzes. Der Pfeiler, die Säule bleiben aufgerichtet stehen (Obelisken), der Holzpfosten hingegen nur, wenn er unten und oben gefaßt oder mit anderen Strukturteilen verbunden wird. Ein Steinbau kann ausgeführt werden ohne künstliche Verbindung seiner Teile, ein Holzbau nicht. Gegenüber der Massenhaftigkeit, der Fülle und Gleichartigkeit des Materiales, das der Steinbau aufweist, tritt uns der Holzbau mit Magerkeit entgegen, und oft bildet das Holz nur das Skelett, das Rahmwerk, dessen Felder mit anderem Material ausgefüllt werden.

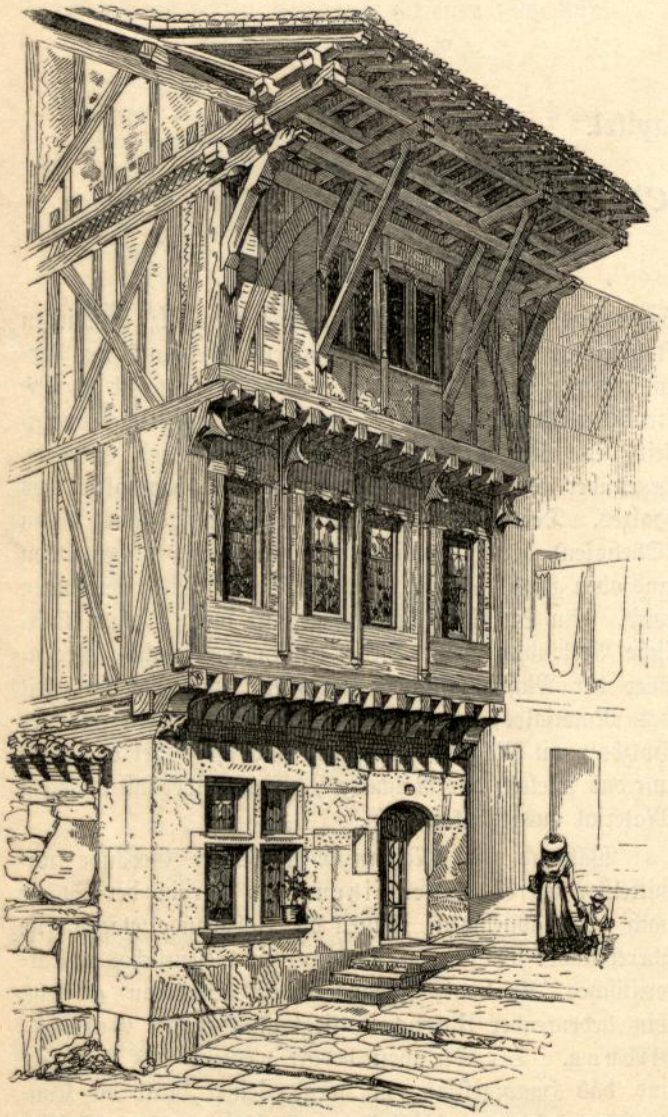
Während die Mauern mehrstöckiger Gebäude unmittelbar aufeinander sitzen, und nur in der Stärke nach oben abnehmen, können die Holzwände etagenweise übereinander vortreten, wodurch ein wesentliches charakteristisches Merkmal gegenüber dem Steinbau entsteht. Ein bedeutender Unterschied liegt auch in der Gesimsbildung. Der Steinbau bedarf weniger des Schutzes, und das Hauptgesims tritt wegen seiner durch die Konstruktion bedingten bescheidenen Ausladung hauptsächlich nur bekrönend auf, wogegen das weit ausladende durch Verlängerung der Dachflächen gebildete Holzgesims zugleich schutzgebend wirkt, was durch die schräge Stellung des Gesimses charakteristisch ausgesprochen wird, Fig. 1, Holzhaus aus dem XIV. Jahrhundert in Annonay.[1])

Auch das Verhalten des Holzes gegen Witterungseinflüsse ist bestimmend für die Konstruktion. Das Holz

1) Viollet-Le-Duc, Dictionnaire raisonné. Bd. 6.

als hygroskopischer Körper vermindert in der Wärme sein Volumen, „schwindet“, und vergrößert es in feuchter Luft, „quillt“, welchen Eigenschaften in der Konstruktion Rechnung getragen werden muß (Rahmen und Füllung).

Fig. 1.

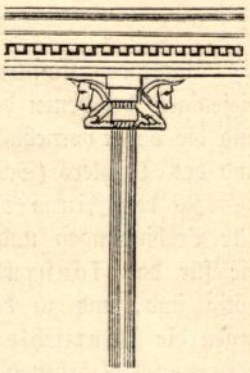


Die vorteilhaften Eigenschaften des Holzes und seine in der Natur nahegelegte leichte Verwendbarkeit zu baulichen Zwecken machen es unzweifelhaft, daß das Holz neben dem Stein, bezw. der Erde zu den ersten baulichen Versuchen benutzt worden ist; je nach der Natur des Landstriches, je nach dem zur Verfügung stehenden Baumaterial, war es die Stein- oder Erdhöhle oder das Laubzelt, das den Menschen Obdach gewähren mußte.

Aus dem hohen Altertum sind wegen der leichten Zerstörbarkeit des Holzes keine Holzbauten auf uns gekommen, die Zeugnis geben könnten von den Anfängen und der weiteren Entwickelung der Holzarchitektur. Solche Belege geben uns aber die erhaltenen Steinbauten der alten Völker, die vielfach Nachahmungen von Holzkonstruktionen aufweisen.

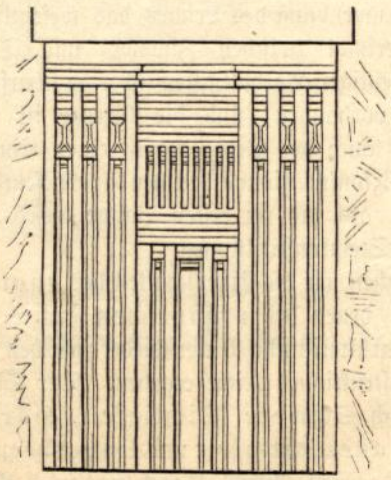
So zeigen die Grottenbauten Indiens eine frühzeitig gepflegte Holzarchitektur; ihre Decken sind dem Holzgebälk nachgebildet, und die Steinstützen, welche in einiger dieser Grotten das Gebälk tragen, haben das unverkennbare Gepräge des Holzständers. Ebenso zeigen die in die Felsen gemeißelten Fassaden der persischen Königsgräber direkte Nachahmungen einer Holzarchitektur, und die Steinpfeiler lassen die Nachbildung einer Holzkonstruktion unter Verwendung von Sattelhölzern deutlich erkennen, Fig. 2.

Fig. 2.



Auch bei den Ägyptern finden sich Anlehnungen an den Holzbau, insbesondere an den Sarkophagen, die oft das genaue Bild eines kunstvoll verschränkten Gitterwerkes darstellen, wie es der Verfertiger des Sarkophages dem geschickten Zimmermeister abgesehen hatte.[1]) Bisweilen sind an den Fassaden der Grabmonumente blinde Thüren oder über dem wirklichen Eingang Gitterfenster in Relief dargestellt, die von einem bunten Leisten- und Lattenwerk umgeben sind, Fig. 3.

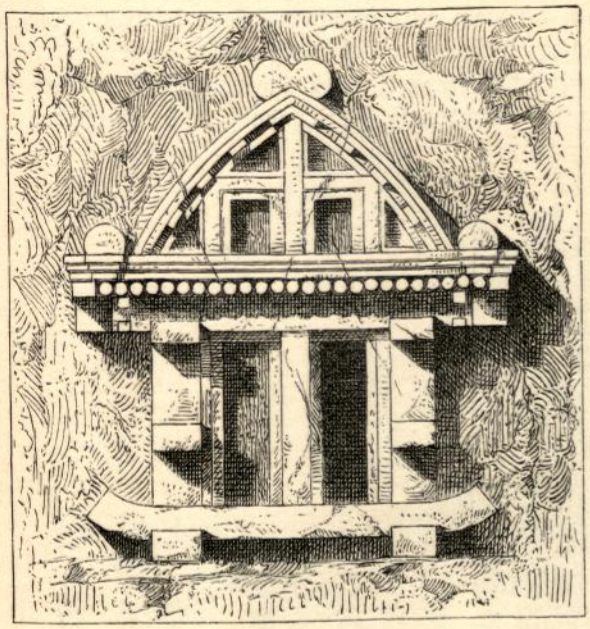
Fig. 3.



1) Siehe Lehfeld, Die Holzbaukunst, und Semper, Der Stil, Bd. 2.

Interessant in dieser Beziehung ist eine große Anzahl plastischer Grabfassaden in den felsigen Landschaften Lykiens, Kariens und Phrygiens, an denen man die genauesten Nachbildungen von in Holz gezimmerten Hütten findet — Fig. 4, Grabmal in Myra, — und die alle

Fig. 4.

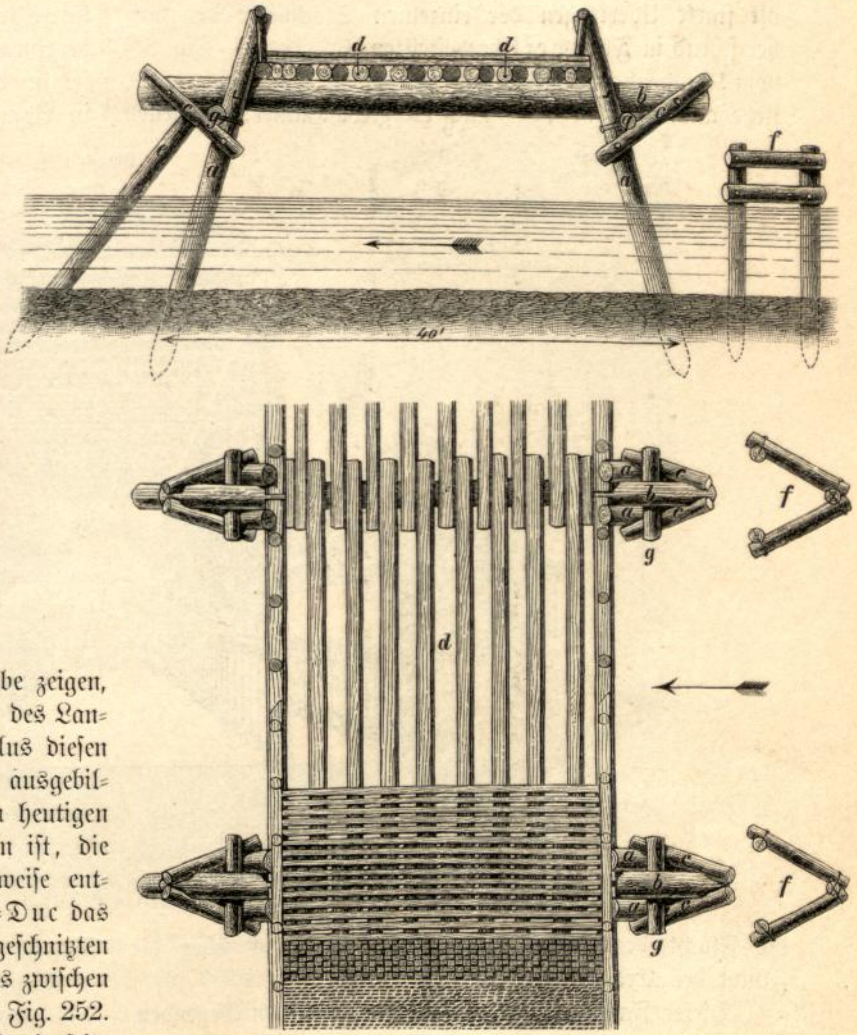


Details des Holzbaues in so getreuer Wiedergabe zeigen, daß man hiernach das Holzhaus der Einwohner des Landes mit voller Sicherheit rekonstruieren kann. Aus diesen frühzeitig gepflegten und wahrscheinlich ziemlich ausgebildeten Holzarchitekturen haben sich, wie nach dem heutigen Stande der Forschung nicht mehr zu bezweifeln ist, die Formen der dorischen und der jonischen Bauweise entwickelt, und interessant ist, wie z. B. Viollet-Le-Duc das Kapitell der schlanken jonischen Säule aus dem geschnitzten Sattelholz der ursprünglichen Holzkonstruktion, das zwischen Stütze und Balken eingeschoben ist, entstehen läßt, Fig. 252. Wird diese Form auf Stein übertragen, so muß die seitliche Ausladung mit Rücksicht auf die Materialeigenschaften eine wesentlich geringere werden, und es entsteht die Kapitellbildung, wie sie sich an den Monumenten des jonischen Stiles findet.

Bei den Römern waren es bedeutende konstruktive Aufgaben, und zwar im Hochbau, im Brückenbau und bei den Bauten für rein militärische Zwecke, durch die die Zimmerkunst wesentlich gefördert wurde. Es sei hier nur der Überspannung weiter Räume, wie sie die Basiliken und die Theater darboten, sowie der Brücken über den Tiber, die Donau, den Rhein, — Fig. 5, Brücke des Julius Cäsar nach Rekonstruktion von Rheinhard — u. s. w. und der Belagerungstürme und der Kriegsmaschinen gedacht.

Von besonderer Bedeutung für die Kenntnis der Entwickelung der Holzkonstruktionen sind die altchristlichen Basiliken, denn sie sind die ersten Gebäude, von denen das

Fig. 5.

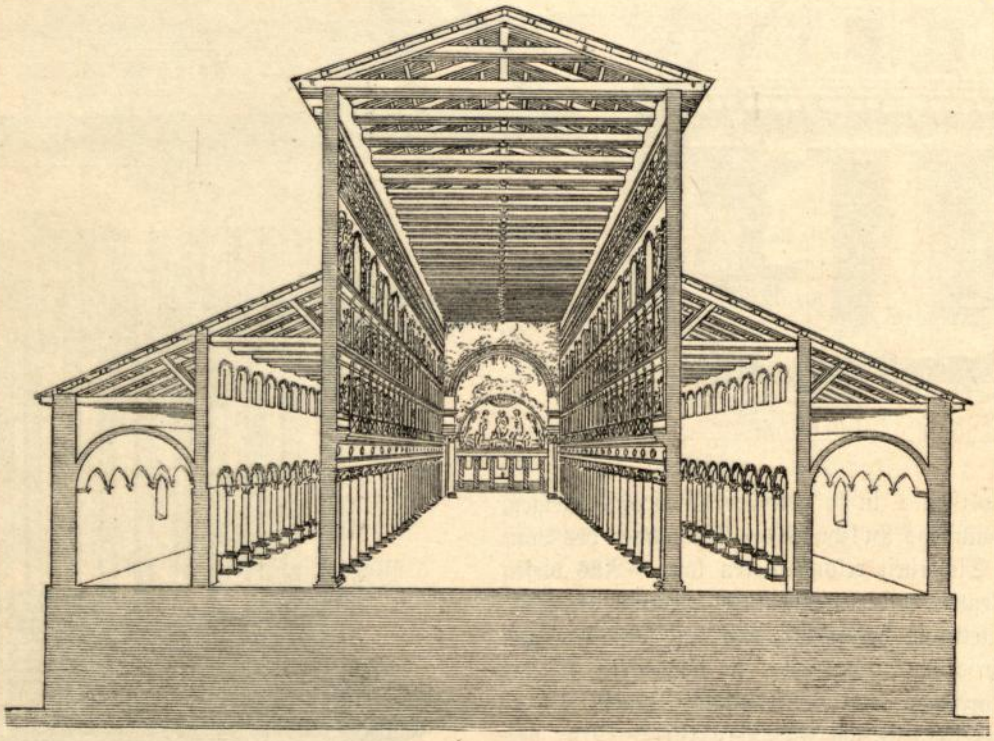


Zimmerwerk des Daches, wo nicht im ursprünglichen Zustande, doch in getreuen Wiederherstellungen auf unsere Zeit gekommen ist. Ein großartiges Beispiel giebt die 330 vollendete und 1506 abgebrochene alte Peterskirche in Rom, die eine Mittelschiffbreite von 23 m bei 30 m Höhe hatte, Fig. 6.

Obschon in Deutschland und Frankreich bis zur Zeit Karls des Großen hauptsächlich nur in Holz gebaut wurde, so dürften doch erhebliche Fortschritte im Holzbau nicht gemacht worden sein. Erst in der gotischen und in der nachfolgenden Renaissanceperiode hat sich die Holzarchitektur und Konstruktion in hervorragendem Maß, insbesondere

in den nordischen Ländern entwickelt und die reichste und glänzendste Ausbildung in Deutschland erfahren; wir besitzen zahlreiche Bauten, die den ganzen Reiz erkennen lassen, der diesen Holzarchitekturen eigen ist, Fig. 7, Holzhaus in Schwäbisch-Hall aus dem Jahre 1615.[1] Charakteristisch, insbesondere an den norddeutschen Bauten — Hildesheim, Halberstadt, Braunschweig u. s. w. — ist das oft starke Überkragen der einzelnen Stockwerke der vorherrschend in Fachwerk hergestellten Fassaden, — Fig. 8[2] vom Knochenhaueramthaus in Hildesheim vom Jahre 1529, siehe auch Fig. 178, — und es giebt Häuser, an denen

Fig. 6.



die Flucht des oberen Geschosses bis 1,5 m über die Flucht des Erdgeschosses vorsteht.

Dieser Fachwerksbau umfaßte in einzelnen Gegenden, wie z. B. im Harz, das ganze Gebiet der nicht kirchlichen Gebäude in Städten und Dörfern; nicht nur das Haus des Landmannes, des Bürgers und Patriziers, sondern auch die öffentlichen Bauten waren in Fachwerk errichtet, letztere oft in so großer Pracht, daß sie wohl kaum von Fachwerksbauten anderer Länder überboten werden, Fig. 9 vom sogenannten „Brusttuch“ in Goslar, vom Jahre 1526.[3]

Vielfach wird der Reichtum noch durch die Farbe gesteigert (ein großer Teil der Bauten in Hildesheim u. a. O. ist neuerdings wiederhergestellt worden), und wir geben als glänzendes Beispiel das 1894 ebenfalls in allen Teilen erneuerte Kammerzell'sche Haus in Straßburg, vom Jahre 1589 (s. Titelblatt).

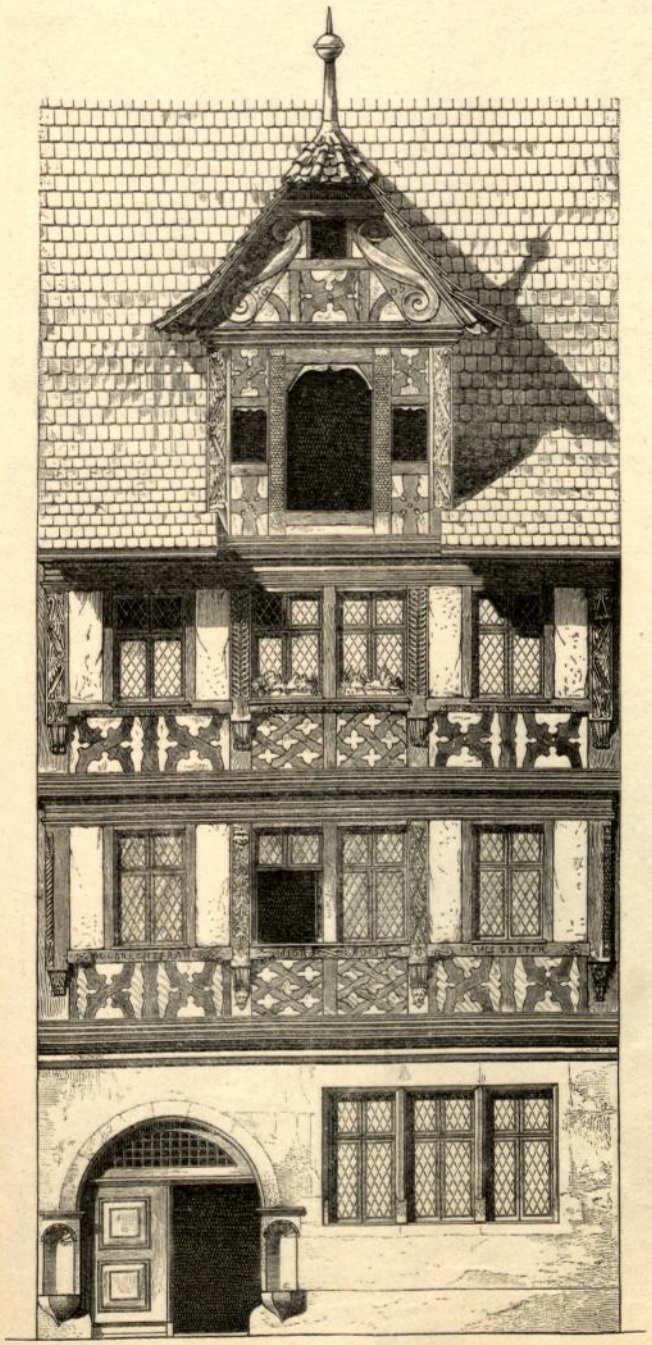
Außer diesen Fachwerksbauten — auch Ständerriegelbauten genannt, — findet sich in waldreichen Gegenden, namentlich in solchen mit strengem Winter, der Blockhausbau, der wohl älter ist als der Fachwerksbau. Die bedeutendsten Beispiele dieser Konstruktionsweise finden sich in den Schweizer Holzbauten, die von keinen anderen in Bezug auf künstlerische Durchbildung und malerischen Reiz übertroffen werden, Fig. 10, Haus von Caspar Schild in Meiringen, vom Jahre 1615. Durch Überkragen der Blockhölzer lassen sich starke Vorsprünge gewinnen, die Gelegenheit bieten, die Hölzer reich zu gruppieren und die schattenreichen und vor den Witterungseinflüssen geschützten Teile dekorativ auszugestalten, Fig. 11, von einem Hause in Matten bei Interlaken, 1799.

Eine abweichende Konstruktion zeigt die Ständerblockwand; diese hat ihren Namen von den Ständern oder starken Holzpfosten, die an den Kreuzungsstellen der äußeren und inneren Wände angeordnet sind und statt der Ausmauerung durch starke Bohlen oder Blockhölzer geschlossen werden, die sich in entsprechende Nuten oder Pfosten einsetzen, Fig. 12, Bauernhaus in Roßwiesli bei Fischenthal, Kanton Zürich, vom Jahre 1785, und Fig. 217.

1) Paulus, Denkmäler in Württemberg.
2) P. Lehfeld, Die Holzbaukunst.
3) Centralblatt der Bauverwaltung 1889.

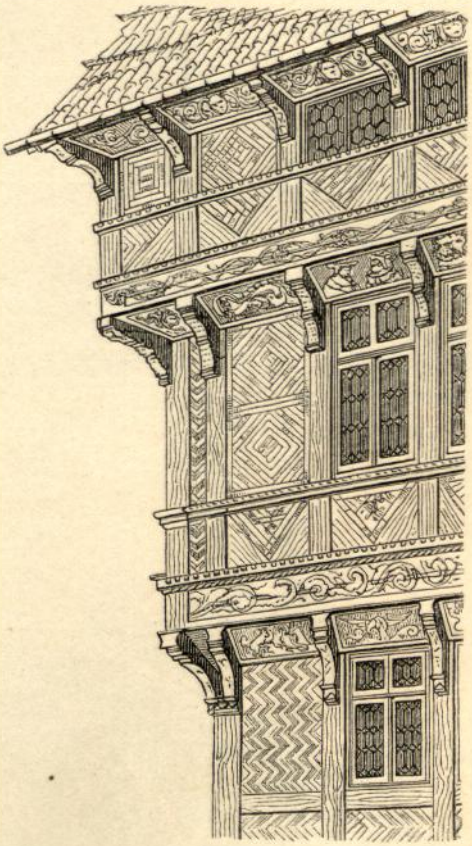
Dieselbe Konstruktionsweise zeigen auch die malerischen, vielfach mit einem massiven Erdgeschoß und hohem mit Stroh gedecktem Dache versehenen Bauernhäuser des Schwarzwaldes, Fig. 218.

Fig. 7.



Leider verschwinden die schönen Denkmäler der Holzarchitektur immer mehr, da sich überall das Bestreben geltend macht, für das konstruktive Gerippe der Bauwerke das verbrennliche Holz durch feuerbeständige Materialien zu ersetzen. So wird für die raumumschließenden Wände fast nur noch der Stein, für wichtige Dachkonstruktionen fast nur noch das Eisen (die in den vierziger und fünfziger Jahren in Holz erstellten großen Einsteighallen der Bahnhöfe — Fig. 13 zeigt die Einsteighalle des alten Bahnhofes in Mannheim — sind fast sämtlich entfernt und durch Eisenkonstruktionen ersetzt) und

Fig. 8.



für die Boden- und Deckenkonstruktionen vielfach Eisen, Stein, Beton und dergl. verwendet, so daß, auch im Hinblick auf die vielfache anderweitige Verwendung des Holzes zu industriellen Zwecken, es den Anschein hat, daß das seit Jahrtausenden so wichtige Baumaterial im Bauwesen der Zukunft in konstruktiver Beziehung nur noch geringe Bedeutung haben und insbesondere vom Eisen immer mehr verdrängt werden wird. Für die Arbeiten der inneren Ausstattung, für die Tischlerarbeiten dagegen ist es unentbehrlich und kann durch andere Stoffe nicht ersetzt werden.

§ 2.

Das Material und seine Zurichtung.

Zu den Zimmerarbeiten werden in Deutschland vornehmlich Nadelhölzer verwendet, die sich wegen ihres geraden schlanken Wuchses und ihres geringen Gewichtes bei

verhältnismäßig großer Festigkeit und Dauerhaftigkeit besonders zu Bauholz eignen. In erster Linie kommen hier in Betracht die Tanne (Weißtanne, Silbertanne oder Edeltanne), die Fichte (Rottanne) und die Kiefer (Forle, Föhre, Weißkiefer), während das Lärchenholz, das im Mittelalter vielfach zu Zimmer-Konstruktionen verwendet wurde, jetzt nur noch in der Tischlerei in geringem Umfang Anwendung findet.

Zu einzelnen Zimmer-Konstruktionen, vornehmlich aber in der Tischlerei, finden auch verschiedene Laubhölzer mehr oder weniger weitgehende Verwendung. In erster Linie ist es das

Fig. 9.

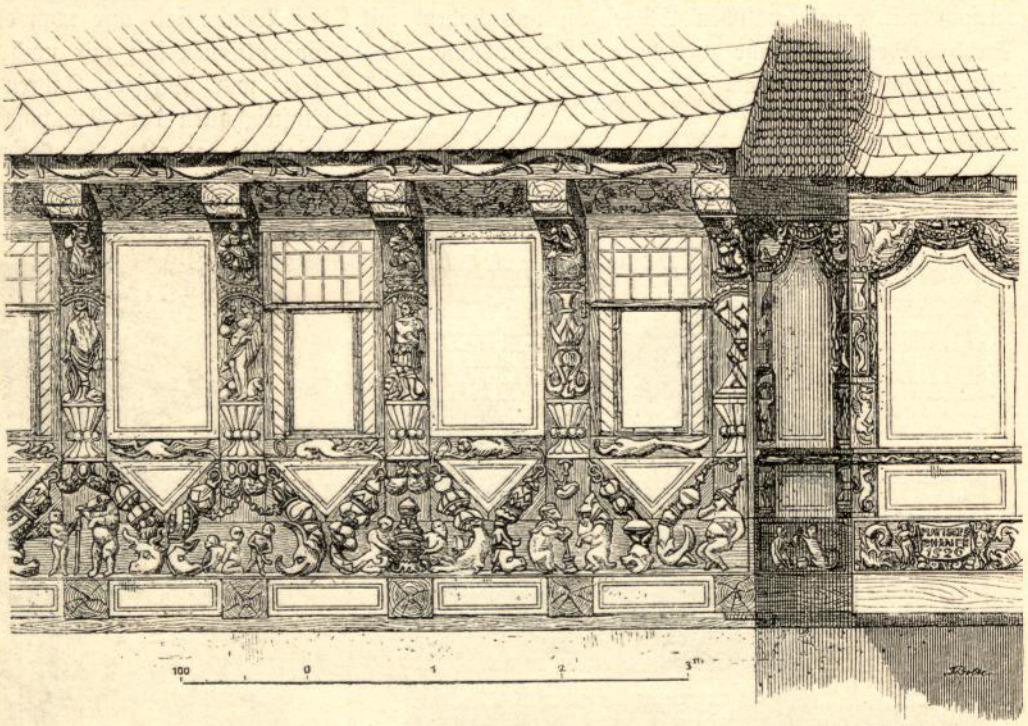
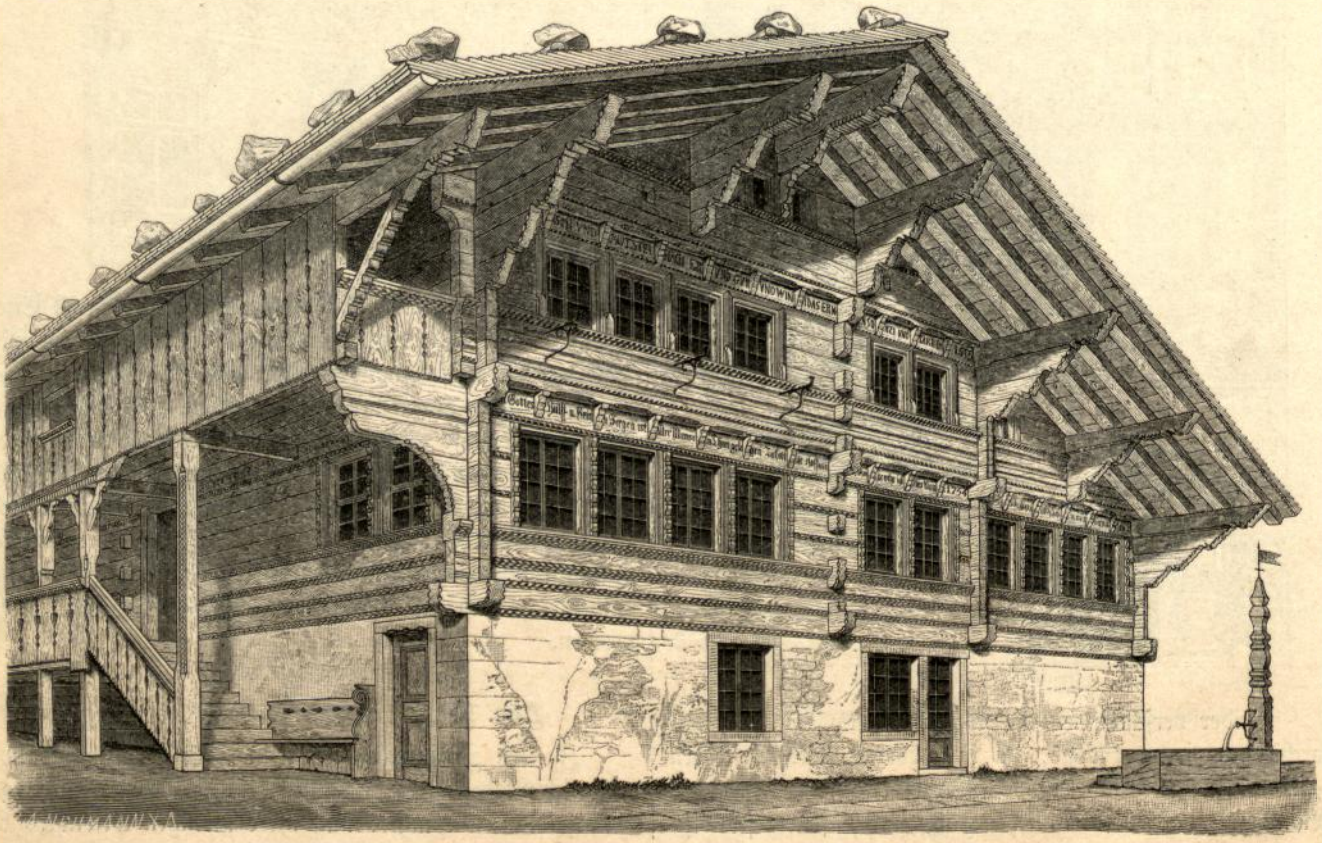


Fig. 10.



Eichenholz, das zu Schwellen, Mauerlatten und dergl., besonders aber zu Parkettboden und Treppen eine ausgedehnte Anwendung findet. Es ist wegen seiner großen Dauerhaftigkeit und Festigkeit wohl das beste Bauholz und früher in umfassender Weise zu den Zimmerarbeiten verarbeitet worden. Seine derzeitige ausgedehnte Verwendung im Eisenbahn-, Erd- und Wasserbau, zu Parkettboden und in der Möbelschreinerei hat den Preis des Eichenholzes derart gesteigert, daß es zu den Arbeiten des Zimmermannes heute nur noch in geringem Maß verarbeitet wird.

Außer dem Eichenholz kommt für bauliche Zwecke nur noch das Buchenholz (Rotbuche) in Betracht, das ein eigentliches Bauholz nicht ist, aber in neuerer Zeit zu Boden- und Treppenbelägen Verwendung findet. Die übrigen Laubhölzer, wie Erlenholz (das zu „Federn" für Hartholzboden benutzt wird), Pappelholz, Nußbaum, Kirschbaum und dergl. werden nur für einzelne feinere Innbauarbeiten verwendet.

Das „Fällen" des Holzes erfolgt am besten im Winter (Winterholz), da in dieser Jahreszeit die Saftbildung im Baume ruht, und deshalb die zur Erhaltung des Holzes erforderliche Austrocknung am leichtesten zu erreichen ist. Diese Fällzeit kann aber nicht überall und immer eingehalten werden, und die Winterfällung ist z. B. im Hochgebirge wegen des Schnees vielfach unmöglich. Daß das Sommerholz (im Sommer gefällt) weniger dauerhaft sei und vornehmlich leichter vom Schwamm befallen werde als das Winterholz, ist infolge der verheerenden

Fig. 11.

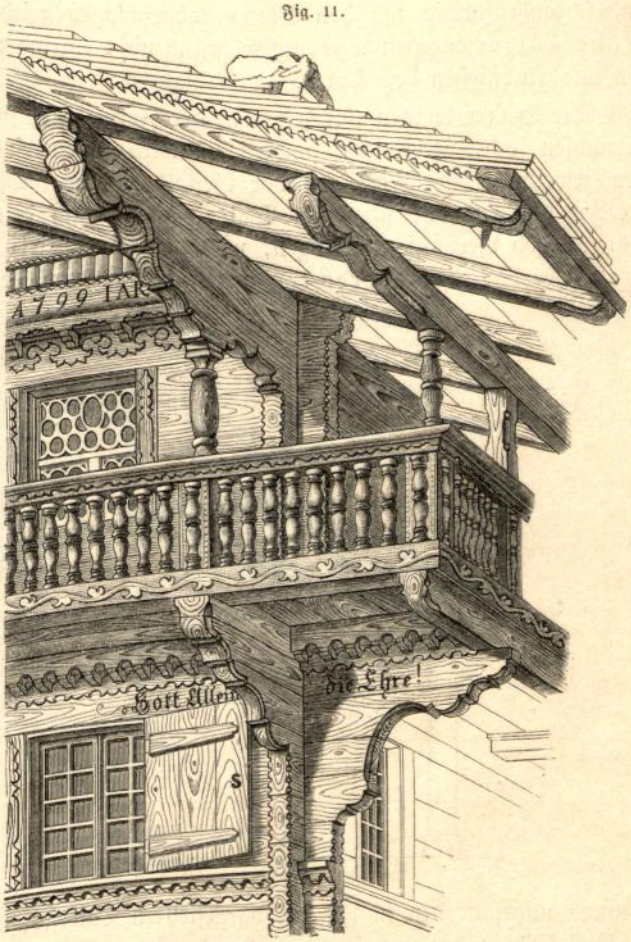
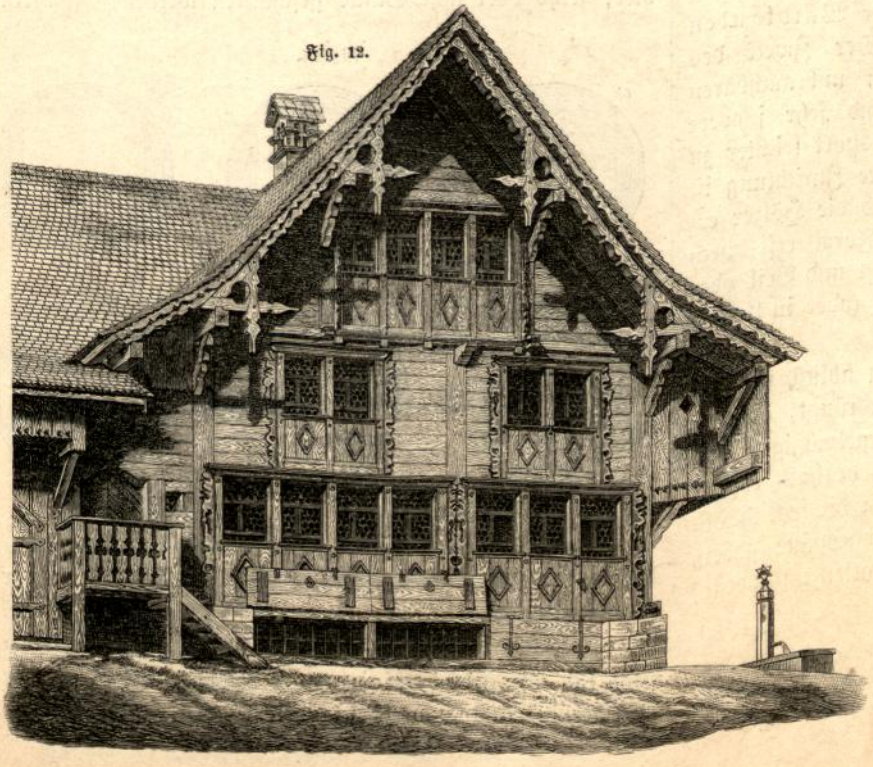


Fig. 12.



Wirkungen des Hausschwammes in den letzten Dezennien oft behauptet aber nicht bewiesen worden. Die Ursache ist wohl mehr in ungenügender Austrocknung und darin zu suchen, daß dieses ungenügend oder überhaupt nur wenig getrocknete und noch den Saft enthaltende Holz in den Bau eingebracht und rasch von der Luft abgeschlossen wird (zu rasches Bauen, was unter den heutigen Verhältnissen, namentlich in den Städten, nicht zu vermeiden ist; daher größte Vorsicht in Bezug auf das zu verwendende Holz erforderlich).

Das gefällte Holz wird zunächst von den Ästen befreit, und die Krone, soweit sie kein Bauholz giebt, abgeschnitten; Laubholzstämme werden teilweise entrindet, „gereppelt", (völlig entrindetes Holz ist dem Reißen ausgesetzt), indem die Rinde spanweise

und schraubenförmig um den Stamm abgeschlagen wird, Nadelhölzer dagegen werden gewöhnlich nicht entrindet, um das Ausfließen des Harzes zu verhindern.

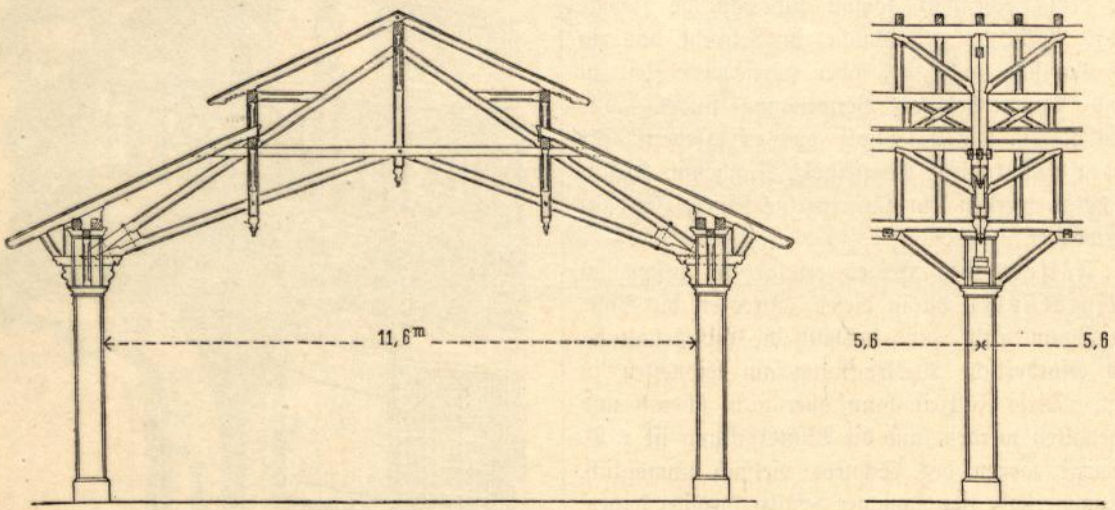
Die Hölzer werden nur selten in der Form, wie sie gewachsen sind, verbraucht, sondern es wird ihnen eine dem jeweiligen Zweck entsprechende Gestalt gegeben. Oft werden die Stämme schon im Walde, gleich nach dem Fällen, roh vierkantig beschlagen, was man den Waldhieb oder das Bewaldrechten nennt, und wodurch der

§ 3.
Einteilung und Benennung des Bauholzes.

Das bearbeitete Holz teilt man ein in Stammholz (Verbandholz) und in Schnittholz oder Schnittware, wobei man unter ersterem alle balkenartig gestalteten Hölzer versteht, und unter letzterem alle Arten Bohlen, Dielen, Bretter, Schwarten, Latten und Rahmenschenkel.

Beim Stammholz unterscheidet man wieder Ganzholz, Halbholz, Kreuzholz, auch Sechstelholz,

Fig. 13.



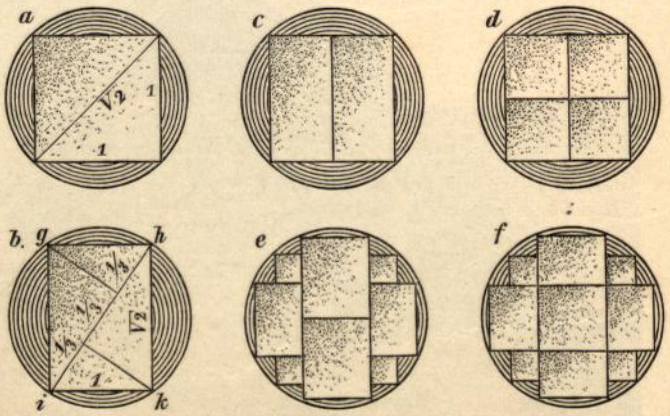
Stamm ungefähr den in Fig. 14 dargestellten Querschnitt erhält. Die in der ursprünglichen Rundung des Stammes liegenden Seiten a heißen Baum- oder Waldkanten (auch Wahnkanten). Der Zweck des Bewaldrechtens ist, den unbrauchbaren Splint zu entfernen und sehr schwere Stämme für den Transport leichter zu machen. Für die spätere Zurichtung ist diese Arbeit wertlos, und die Hölzer erhalten die beabsichtigte Form erst durch das Beschlagen mit Axt und Beil oder durch das Schneiden in den Sägewerken (oder in kleinen Mengen auch von Hand).

Fig. 14.

Das Beschlagen war früher allgemein üblich, ist aber heute durch das Schneiden vollständig verdrängt, da letzteres weitaus billiger ist, die Hölzer regelmäßiger und gleichmäßiger im Querschnitt werden, sich deshalb rascher und leichter abbinden lassen, und außerdem die seitlich abfallenden Teile, die beim Beschlagen nur Späne geben, zu schwächeren Schnittwaren (Schwarten, Latten und dergl.) Verwertung finden.

Achtelholz, je nachdem aus einem Stamme ein, zwei, vier, sechs oder acht Stücke geschnitten werden, Fig. 15.

Fig. 15.



Das Ganzholz erhält entweder quadratischen Querschnitt, wobei sich die Quadratseite zum Durchmesser (am Zopfende des Stammes) verhält wie $1 : \sqrt{2}$, d. h. wie 1 : 1,4142, oder rechteckigen Querschnitt, in welchem Fall sich die Rechteckseiten am besten wie $1 : \sqrt{2}$ oder annähernd wie 5 : 7 verhalten, da dies den Balken größter

Tragfähigkeit ergiebt, der aus dem Rundstamme geschnitten werden kann. Dieser Querschnitt wird erhalten, indem man, Fig. 15b, den Durchmesser in drei gleiche Teile teilt, in den Teilpunkten Senkrechte, die den Umkreis treffen, nach entgegengesetzten Richtungen errichtet, und dann das Rechteck g h i k verzeichnet.

Ganzholz hat im allgemeinen die größten, Kreuzholz die kleinsten Abmessungen, doch giebt es auch schwaches Ganzholz, das man zum Unterschied von Halb- und Kreuzholz als einstielig bezeichnet. Das einstielige Holz darf aber nicht aus unausgewachsenen Stämmen gewonnen werden, deren Holz noch nicht die gehörige Reife hat, da solches unreife Holz weniger fest und dauerhaft und dem raschen Verderben mehr ausgesetzt ist, als das gehörig ausgewachsene; Halb- und Kreuzholz, weil aus stärkeren ausgewachsenen Stämmen geschnitten, ist deshalb für die schwächeren Verbandstücke vielfach vorzuziehen, besitzt aber den Nachteil, daß es sich gern wirft, besonders wenn die Schnitte durch die Achse gehen, wie in Fig. 15d. Günstiger sind die nach Fig. 15f geführten Schnitte, wobei aus den Eckstücken noch vier Rahmenschenkel — schwaches Verbandholz von 4 bis 12 cm Stärke — gewonnen werden können.

Bezüglich der Querschnittsabmessungen des Schnittholzes ist zu bemerken, daß es zulässig ist, diese Abmessungen je nach Erfordernis zu bestimmen, daß es aber zweckmäßig erscheint, wenn irgend möglich, die Querschnitte nach den vom Innungsverbande deutscher Baugewerkemeister festgesetzten Normalprofilen für Schnittmaterial zu wählen, um den Sägewerken die Beschaffung von Lagervorräten und dadurch von ausgetrocknetem Bauholz zu ermöglichen.

Als solche Normalprofile werden die nachstehend verzeichneten Querschnitte empfohlen (s. Runderlaß im Centralblatt der Bauverwaltung 1898, S. 373).

8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
8/8	8 10	10/12	10/14	12/16	14/18	14/20	16/22	18/24	20/26	22/28	24/30
—	10/10	12/12	12/14	14/16	16/18	16/20	18/22	20/24	24/26	26/28	28,30
—	—	—	14/14	16/16	18/18	18/20	20/22	24/24	26/26	28/28	—
—	—	—	—	—	—	20/20	—	—	—	—	—

Bei den Schnittwaren unterscheidet man: Bohlen, auch Planken oder Flecklinge benannt, sind 5 bis 10 cm dick, Dielen sind 3 bis 5 cm, Bretter oder Borde 2 bis 3 cm dick in Abstufungen von je $^1/_2$ cm. Dielen von 3,5 cm Dicke bezeichnet man als Schlaufdielen (Schleifdielen), und solche von 3 cm Dicke als Bettseiten oder Sattelbretter.

Bohlen, Dielen und Bretter kommen gewöhnlich gesäumt in den Handel, d. h. die Baumkanten an den Längsseiten sind abgeschnitten, doch geht in einzelnen Gegenden auch ungesäumte Ware.

Die Länge beträgt gewöhnlich 4,5 m (bei den schwedischen Riemen bis 8 m), die Breite wechselt von 12 bis 35 cm; die schmalen Sorten von 12 bis 15 cm heißen Riemen.

Bezüglich der Qualität unterscheidet man:

a) Reine Ware: das Holz muß gleichfarbig, sauber und ohne Äste sein;

b) Halbreine Ware, mit einigen kleinen und gut verwachsenen Ästen;

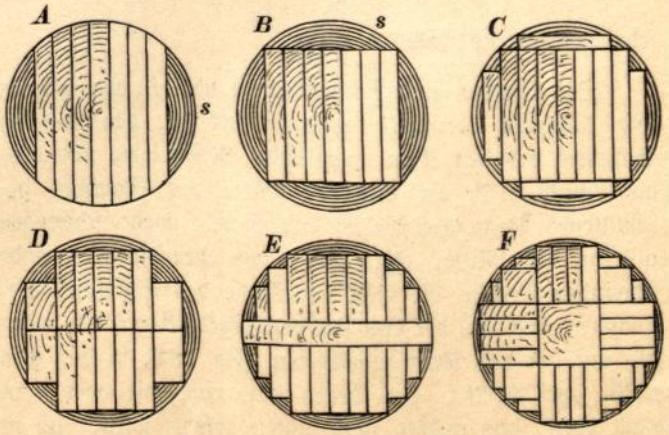
c) Ordinäre Ware, mit größeren und losen Ästen.

Unter Schwarten versteht man die seitlichen Abfälle, die sich beim Schneiden des Holzes ergeben, s Fig. 16A, die also einerseits Schnittfläche, anderseits noch die Rundung des Stammes besitzen.

Gangbare Größen der Rahmenschenkel sind $^7/_7$, $^7/_9$, $^8/_8$, $^9/_9$, $^9/_{12}$, $^{10}/_{10}$ und $^{10}/_{12}$ cm; $^{12}/_{12}$ cm starkes Holz heißt Riegelholz.

Latten sind in Streifen zerlegte Bretter, gewöhnlich 4,5 m lang, 2 bis 3 cm dick, 4 bis 6 cm breit (einfache Latten 2,4/5, Doppellatten 3,5/6, Spalierlatten 2,4/2,4, Fugenlatten 1,2/4,5, Gips- oder Plafondlatten 1/1,6 bis 1,2/1,8).

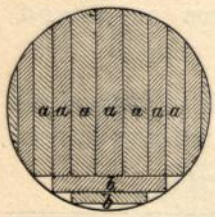
Fig. 16.



Das Schneiden des Stammes zu Dielen und Brettern kann auf verschiedene Weise erfolgen, Fig. 16; nach A erhält man zwei Schwarten und ungesäumte Ware, nach B werden zuerst zwei Schwarten abgeschnitten, dann der

Stamm gekantet und durch parallele Schnitte zerlegt, so daß man vier Schwarten und gesäumte Ware erhält. Bei besseren Ausführungen und besonders bei den in neuerer Zeit vielfach zur Ausführung kommenden Riemenboden zieht man der Dauerhaftigkeit wegen Dielen mit möglichst senkrecht stehenden Jahresringen vor, zu welchem Zweck das Schneiden etwa nach D, E und F erfolgen muß; die starken Eckabschnitte können zu Latten und Rahmenschenkel verwendet werden. Ebenso können die stärkeren Schwarten noch zu schmäleren und schwächeren Brettern ausgenutzt werden, Fig. 16 E und C.

Fig. 17.



Auch kann man nach Fig. 17 die Anordnung so treffen, daß man stärkere Bohlen aus der Mitte des Stammes schneidet, a a, damit sie möglichst breit ausfallen; die Dielen können dabei einseitig oder beiderseitig gesäumt werden.

§ 4.

Das „Arbeiten" des Holzes.

Das Holz ist hygroskopisch, d. h. es nimmt in feuchter Luft Wasser auf und giebt es bei trockener Luft wieder ab; diese Veränderungen des Volumens, die wir als Quellen und Schwinden bezeichnen, sind um so geringer, je älter, und um so größer, je weniger ausgetrocknet, je frischer das Holz ist.

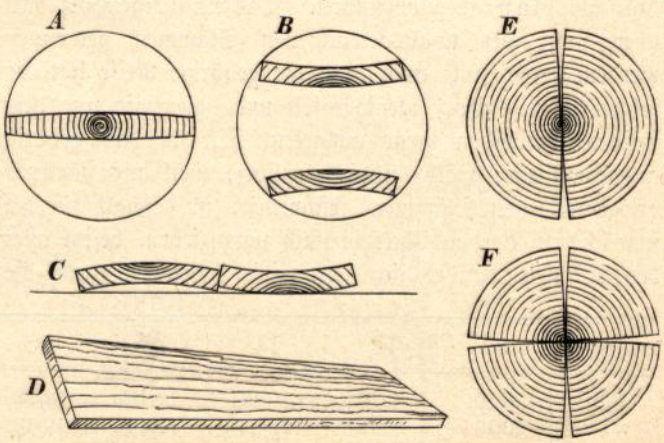
Die Ausdehnung und Zusammenziehung tritt vornehmlich quer zur Faserrichtung — im Querholz — ein, (ca. $\frac{3}{100}$ bis $\frac{10}{100}$), da die Fasern beim Aufnehmen der Feuchtigkeit dicker, beim Austrocknen dünner werden, wogegen die Änderungen längs der Faser — im Langholz — nur sehr unbedeutend sind, (ca. $\frac{1}{1000}$).

Das Quellen und Schwinden ist aber in dem festeren und dichteren Kernholz geringer als in den lockeren Schichten des den Kern umgebenden Reifholzes, und deshalb wird z. B. ein aus der Mitte des Stammes geschnittenes Brett (Herzdielen) am Rande mehr schwinden als in der Mitte, Fig. 18 A; aus demselben Grunde schwinden Bretter, die nicht der Mitte des Stammes entnommen sind, auf der dem Umfang zugekehrten Seite mehr als auf der dem Kern zugekehrten, Fig. 18 B, so daß also z. B. zwei Bretter, von denen das eine mit dem Kern nach oben, das andere nach unten gekehrt wird, sich in entgegengesetztem Sinne werfen werden, Fig. 18 C.

Ebenso werden die Hölzer, bei denen die Jahresringe schräg durchschnitten sind, — und dies ist bei jedem Schnittholz mehr oder weniger der Fall, — das Bestreben haben, sich beim Quellen und Schwinden, das in den verschiedenen Teilen ungleichmäßig vor sich geht, zu werfen und zu verdrehen, d. h. „windschief" zu werden, Fig. 18 D.

Dieses ungleiche Verhalten hat ferner zur Folge, daß der frischgefällte, saftreiche Stamm am Umfang aufreißt, wenn er entrindet wird; deshalb wird die Entrindung nur teilweise vorgenommen, — der Stamm wird „gereppelt",

Fig. 18.



— indem man die Rinde in spiraligen Gängen ablöst, um ein langsameres und dadurch gleichmäßigeres Austrocknen zu erreichen. Bei Halbholz wölben sich die Flächen nach Fig. 18 E, bei Viertelholz nach Fig. 18 F, und dieses Holz hat leicht die Neigung, windschief zu werden.

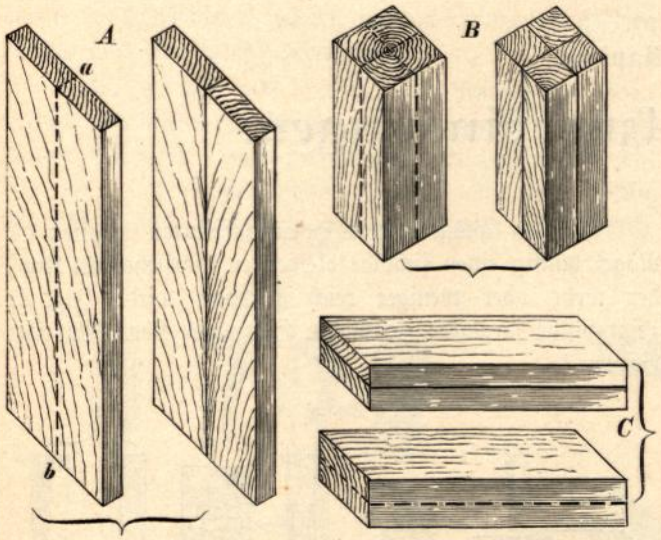
An den Hirnholzflächen der Stämme entstehen beim Austrocknen leicht Strahlenrisse, wenn diese Flächen nicht durch aufgenagelte Bretter oder aufgeklebtes Papier vor der unmittelbaren Berührung mit der Luft geschützt werden.

Diesem Arbeiten — Schwinden, Quellen, Reißen, Windschiefwerden u. s. w. — des Holzes muß bei den Konstruktionen durch zweckmäßige Verbindungen und entsprechende Vorkehrungen Rechnung getragen werden, um es möglichst unschädlich zu machen, um zu erreichen, daß die Konstruktionen stehen bleiben, daß sie sich nicht werfen, nicht reißen u. s. w., und es bedarf oft der größten Sorgfalt, wenn die aus diesen Eigenschaften des Holzes entstehenden Nachteile vermieden werden sollen.

Bei Herstellung großer Flächen wird deshalb ein Rahmen aus Langholz gebildet, der eine Füllung so zwischen sich aufnimmt, daß sich diese frei bewegen, zusammenziehen und ausdehnen kann (gestemmte Arbeiten für Brüstungen, Thüren und dergl.); oder es werden viele schmale Teile aneinandergereiht, so daß beim Schwinden eine größere Anzahl nur schmaler Fugen entstehen, die wenig ins Auge fallen (Riemenboden) oder durch entsprechende Profilierung der Fugenkanten überhaupt un-

sichtbar gemacht werden (Schalungen, Riemenfüllungen und dergl.); oder es werden breitere aus einzelnen Riemen zusammengeleimte Platten mit Einschubleisten versehen, so

Fig. 19.



daß sie sich in diesen verschieben, ausdehnen und zusammenziehen können, und durch die Leisten gleichzeitig vor dem Sichwerfen gesichert werden. Das Windschiefwerden und auch das Reißen läßt sich beseitigen oder wenigstens auf ein geringes Maß einschränken, wenn man die Hölzer in entsprechender Weise trennt und die Teile verschränkt wieder zusammenleimt, so daß die durch das Arbeiten hervorgerufenen Wirkungen gleichsam durch sich selbst wieder aufgehoben werden. Schneidet man z. B. Fig. 19 A, ein Holz nach a—b auseinander, kehrt den einen Teil um, stürzt ihn und verleimt die beiden wieder, so werden die Wirkungen, die zuvor nach einer Richtung auftraten, nunmehr entgegengesetzte sein und sich dadurch aufheben; stärkere Hölzer, die gut stehen bleiben sollen, werden in derselben Weise mehrfach getrennt und verschränkt wieder zusammengeleimt, oder sie werden aus mehreren schwachen Hölzern nach derselben Konstruktionsweise zusammengesetzt (Thürkämpfer und dergl.), Fig. 19 B und C.

Bei feineren Arbeiten werden die unangenehmen Eigenschaften des Holzes dadurch beseitigt, daß man die verleimten und gut ausgetrockneten Tafeln beiderseits fourniert, wobei aber das eine Fournier quer über die Holzfasern laufen muß. (Einseitiges Fournieren ist unzulässig und würde sehr stark verzogene Platten ergeben, die zudem leicht dem Reißen ausgesetzt wären.)

Zweites Kapitel.

Die einfachen Holzverbindungen.

§ 1.

Allgemeines.

Jede Holzkonstruktion besteht aus mehreren Stücken, deren Anzahl durch die Form und Zweckbestimmung der Konstruktion und durch die Größe der zur Verfügung stehenden Hölzer bestimmt wird. Diese einzelnen Teile müssen aber zu einem einzigen festen und unverschieblichen Ganzen vereinigt werden, was eine feste Verbindung der einzelnen Verbandstücke untereinander erfordert. Diese Verbindung wird in der Hauptsache und wurde bei den älteren Konstruktionen ausschließlich durch entsprechende Gestaltung der Hölzer selbst unter Verwendung von Holznägeln und Holzkeilen erreicht. Es wurden eine Menge der verschiedensten Zusammenfügungen, zum Teil sehr künstlicher Art, ersonnen, die heute nicht mehr zur Anwendung kommen und nur noch historisches Interesse besitzen, da heute das Eisen in Form von Bändern, Schrauben, Klammern und dergl. ein vorzügliches Hilfsmittel zur Erreichung erhöhter Festigkeit bei einfacher Verbindungsweise gewährt. Je nach dem Zweck, dem die Verbindung dienen soll, unterscheidet man:

A. Verlängerung der Hölzer,
B. Verdickung oder Verstärkung derselben,
C. Verbreiterung derselben,
D. Verknüpfung derselben,
   1. Die Hölzer liegen in einer Ebene.
   2. Die Hölzer liegen in verschiedenen Ebenen.

§ 2.

Die Hilfsmittel der Verbindung.

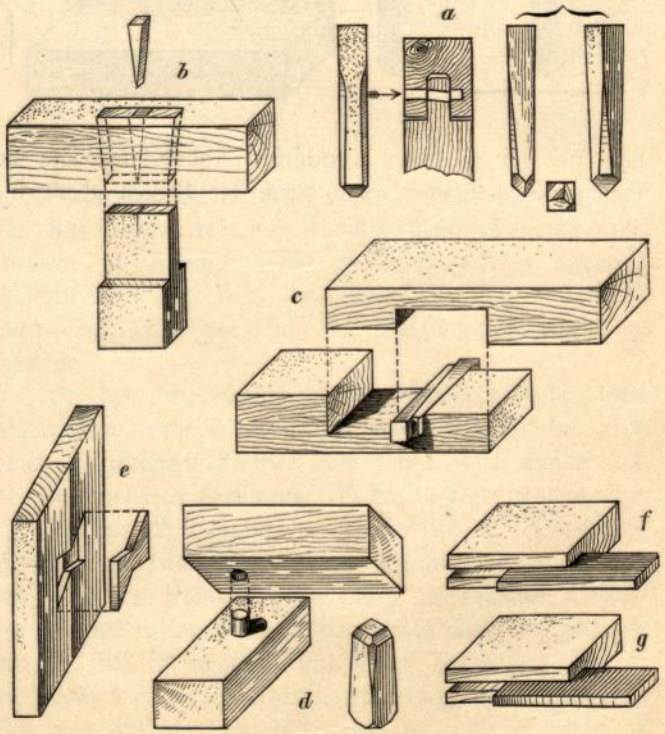
1. Aus Holz.

Als Verbindungsmittel aus Holz stehen zur Verfügung: Nägel, Keile, Dübel, Schwalbenschwänze und Federn.

Holznägel, Fig. 20a, dienen zur Verbindung zweier verbohrten Hölzer, wobei das Loch des eingeschobenen Zapfens etwas schräg gebohrt wird, so daß sich der Nagel, der gewöhnlich aus Kiefernholz gefertigt wird, etwas pressen muß.

Bei den ausgebildeten Holzarchitekturen erhalten die Nägel häufig einen sichtbar bleibenden, vorstehenden Kopf, der mehr oder weniger reich geschnitzt wird; Fig. 21 zeigt solche sorgfältig geschnitzte Holznägel von Schweizer Bauten.[1])

Fig. 20.



Keile, Fig. 20b und c, werden verwendet, um durch Eintreiben an passender Stelle eine Holzverbindung zu schließen und fest zu machen; sie werden aus Hartholz — Eichenholz und Buchenholz — gefertigt, und fanden insbesondere bei den älteren Konstruktionen ausgedehnte Anwendung.

Dübel oder Dollen, rund, oder besser, weil sie sich in der Ausbohrung festpressen, abgekantet prismatisch,

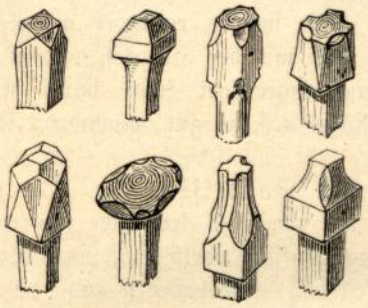
1) Gladbach, Die Holzarchitektur der Schweiz.

Fig. 20d, dienen zur Verbindung zweier neben- oder übereinander liegenden, gewöhnlich sich kreuzenden Hölzer, und werden am besten aus Eichen- oder Buchenholz gefertigt.

Schwalbenschwänze, Fig. 20e, aus Hartholz dienen zur Verbindung zweier aneinanderstoßenden Hölzer, werden aber nur wenig verwendet.

Federn, Fig. 20f und g, sind linealartige Holzstreifen und dienen zur Verbindung nebeneinander liegender Hölzer (Bretter); man unterscheidet Langholzfedern, Fig. 20f, mit längslaufenden Fasern, die aber wenig widerstandsfähig sind und der Länge nach leicht durchbrechen, und Hirnholzfedern, Fig. 20g, mit querlaufenden Fasern, wie solche bei den Riemen- und Parkettboden verwendet werden. Zur Verbindung von Harthölzern verwendet man am besten Weichholzfedern (Erlenholz), zur Verbindung von Weichhölzern dagegen besser Hirnfedern aus Hartholz (Eichenholz).

Fig. 21.



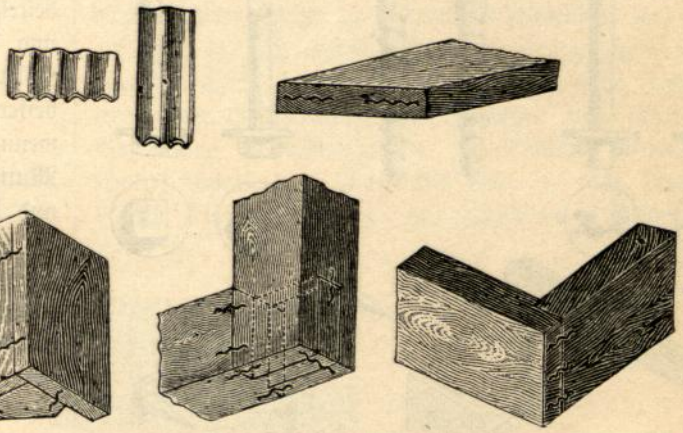
2. Aus Eisen.

Als Verbindungsmittel aus Eisen sind zu nennen: Nägel, Bolzen, Schrauben, Bankeisen, Klammern, Schienen und Winkel.

Die Nägel, die am meisten als Verbindungsmittel benutzt werden, sind ihrer Form nach sehr verschieden, aber auch so bekannt, daß sie keiner weiteren Auseinandersetzung bedürfen; erwähnt seien nur die großen geschmiedeten Nägel (Spitzbolzen, Sparrennägel, Schiffsnägel) mit rundem, rechteckigem oder dreieckigem Schafte; die letzteren benutzt man gern, wenn sie in das Hirnholz eines Verbandstückes eingetrieben werden sollen, da sie in diesem fester haften, als die mit rundem oder rechteckigem Schafte.

Eine besondere Art Nägel bilden nach amerikanischem System die sogenannten Wellblechnägel, die aus hartem gewelltem Bandstahl hergestellt werden, Fig. 22. Sie sollen dazu dienen, das Leimen und das Verbinden der Holzteile mit Zapfen oder Schrauben zu ersetzen, besonders dann, wenn diese Verbindungen den Witterungseinflüssen keinen genügenden Widerstand bieten. Auch sollen die Wellblechnägel nicht nur Risse, die sich im Holzwerk bilden, am Weiterspalten hindern, sondern der Bildung solcher Risse durch rechtzeitiges und sachgemäßes Verbinden der betreffenden Holzfasern vorbeugen. Die Anwendung scheint sich aber nur bei hartem Holze zu bewähren.[1])

Fig. 22.



Die Splintbolzen, Fig. 23A, bestehen aus einem Schafte a, dem Kopfe b, der Unterlagsscheibe c und dem Splinte d, der Schaft kann runden oder eckigen Querschnitt haben, der Kopf ist gewöhnlich quadratisch, die Unterlagsscheibe ist rund oder eckig, und hat den Zweck, das Eindringen des Splintes in das Holz zu hindern. Die Splinte, auch Vorstecker genannt, sind kurze Rund- oder Kanteisenstücke; soll der Splint aber gegen ein Herausfallen gesichert werden, so verwendet man Bleche oder Bandeisenstücke, die man nach dem Einstecken abbiegt (doppelter Splint). Die Splintbolzen werden nicht angewendet, wo ein festes Zusammenziehen der zu verbindenden Hölzer beabsichtigt ist, sondern nur da, wo sie ein Entfernen der Teile in der Richtung senkrecht auf die des Bolzens unmöglich machen, eine Drehung um den Bolzen aber nicht verhindern sollen. Das zum Einziehen des Bolzens bestimmte Loch muß so weit vom Ende des Holzes entfernt sein, daß dessen Ausreißen nicht zu befürchten ist.

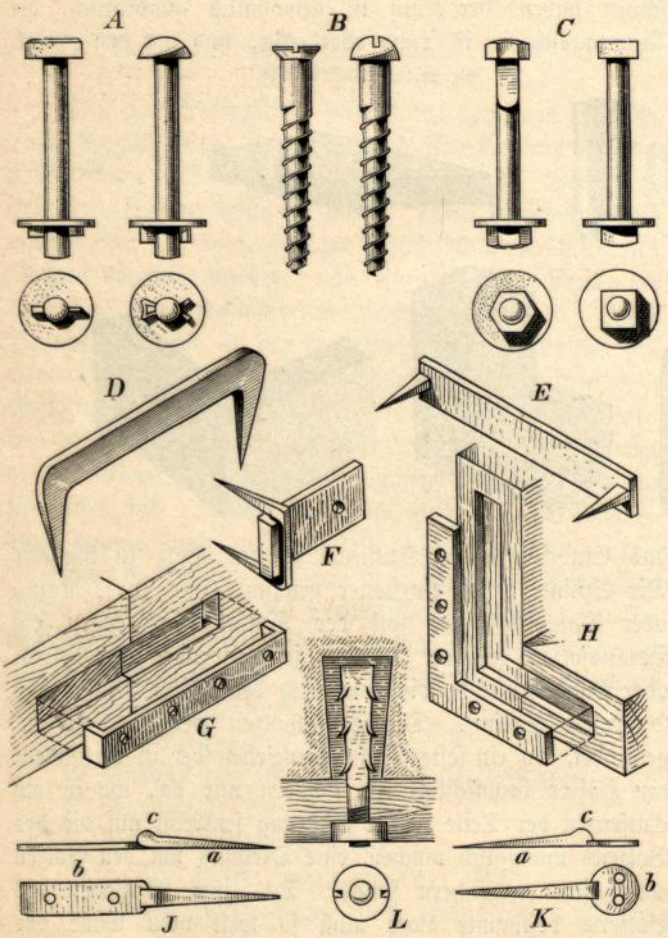
Die Holzschrauben, Fig. 23B, geben eine festere und sichere Verbindung als die Nägel und bilden eine jederzeit wieder lösbare Verbindung. Gewarnt sei vor der Anwendung von Nägeln mit Schraubenköpfen (Scheinschraubenstifte), die den Schein erwecken sollen, als sei die Verbindung mit Holzschrauben bewirkt, denen aber natürlich nur die Wirkung von Nägeln zukommt.

Die Mutterschrauben (Schraubenbolzen), Fig. 23C, bestehen aus einem cylindrischen Schafte mit

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1893, Seite 264.

Kopf und eingeschnittenem, scharfgängigem Gewinde mit vier- oder sechskantigen Muttern, die auf Unterlagsscheiben sitzen, um beim Anziehen der Mutter das Einschneiden in das Holz zu verhindern. Damit sich der Bolzen beim Anziehen der Mutter nicht dreht, wird entweder der eckige Kopf in das Holz eingelassen, oder es wird ein Teil des Schaftes zunächst dem Kopfe viereckig gestaltet. Bei kleinen Bolzen und weichem Holze wird auch beim Kopfe eine Unterlagsscheibe eingelegt.

Fig. 23.



Für alle Bolzen müssen die Löcher gebohrt werden, und es ist darauf zu achten, daß der Durchmesser weder zu groß noch zu klein wird; im ersteren Fall würde der Bolzen schlottern und nicht fest sitzen, im letzteren Fall müßte er mit Gewalt eingetrieben werden, wodurch der Kopf Schaden leiden und das Holz zersprengt werden kann.

Nietnägel werden bei den Holzkonstruktionen, abgesehen vom Schiffbau, fast nicht verwendet, da sie wohl eine billige und feste, aber keine lösbare Verbindung ermöglichen, und zur Herstellung des Schließkopfes die Mitwirkung des Schmiedes oder Schlossers notwendig machen.

Spitzklammern sind mehr oder weniger lange Kanteisenstücke mit rechtwinkelig abgebogenen Spitzen; sie finden Anwendung sowohl zu vorübergehenden Konstruktionen, beim Gerüstbau, beim Zurichten der Hölzer u. s. w., Fig. 23 D, sowie als bleibendes Verbindungsmittel, in welchem Fall sie gewöhnlich die Form Fig. 23 E annehmen.

Krampen, Fig. 23 F, sind kurze Klammern mit längeren Spitzen; sie dienen zur Befestigung von Eisenschienen auf Holzwerk, gewöhnlich in Verbindung mit geschmiedeten Nägeln oder Schraubenbolzen.

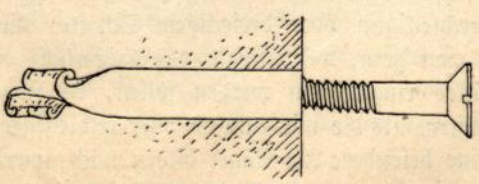
Schienen, Winkel, Verbindungsplatten zeigen je nach ihrer Zweckbestimmung verschiedene Formen; sie bestehen gewöhnlich aus Flacheisen oder starken Blechen und dienen zur weiteren Sicherung nicht genügend fester Holzverbindungen. Sie werden entweder aufgelegt oder besser eingelassen, und mit den Hölzern (und unter sich, wenn sie paarweise angeordnet sind) durch Krampen, Mutterschrauben, Nägel u. s. w. gut verbunden, Fig. 23 G und H.

Bankstifte oder Bankeisen, Fig. 23 J und K, wendet man an, um zwei sich kreuzende Hölzer untereinander, oder, was häufiger vorkommt, um Holzteile an Mauerwerk zu befestigen. Sie bestehen aus dem Dorn a, von viereckigem Querschnitt mit einem Ansatz (Nase) c, zum Eintreiben mit dem Hammer dienend, und einem runden oder langgestreckten Lappen b, in dem sich Löcher zum Einziehen von Nägeln oder Schrauben befinden.

Steinschrauben, Fig. 23 L, sind quadratische Kanteisenstücke mit aufgehauenen Kanten, an dem einen Ende rund geschmiedet und mit Schraubengewinde und Mutter versehen. Sie dienen zur Befestigung von Holzteilen an Mauerwerk, indem das aufgehauene Ende in einer schwalbenschwanzförmig gestalteten Vertiefung eingegipst oder eingebleit, das Holzstück übergeschoben und dann durch Anbringen der Mutter befestigt wird. Die Mutter wird vielfach bündig in das Holz versenkt, wie z. B. bei Befestigung der Futterrahmen und dergl.

Die Rohrschrauben, Fig. 24, dienen demselben Zweck wie die Steinschrauben; sie bestehen aus einer

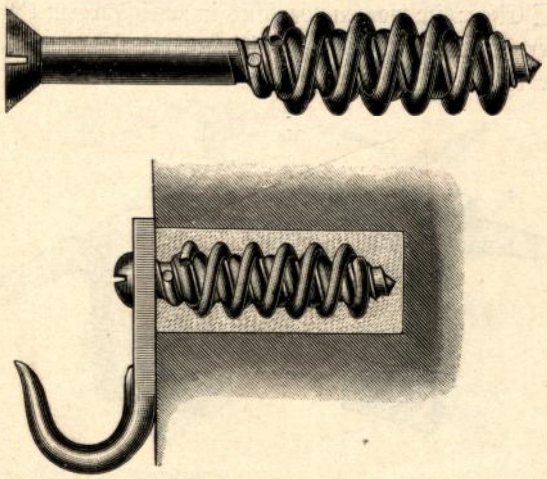
Fig. 24.



scharfgängigen Schraube, die in eine röhrenförmig gestaltete und im Mauerwerk eingegipste Mutter eingeschraubt wird. Vornehmlich zur Befestigung der Futterrahmen werden sie

in neuerer Zeit mehr und mehr an Stelle der Steinschrauben verwendet.

Fig. 25.



Die sogenannten Doppel-Spiraldübel, Fig. 25, dienen ebenfalls zur Befestigung von Hölzern an Mauerwerk, werden aber auch zur Verwendung für viele andere Zwecke, als Bilder- und Spiegelhaken und dergl. geliefert; sie bestehen aus einer scharfgängischen Schraube, die in eine doppelt gewundene Drahtspirale eingeschraubt wird. Diese Drahtspirale wird mit eingedrehter und zuvor eingefetteter Schraube in eine mit einem Bohrer hergestellte Öffnung eingegipst; die Schraube kann, sobald der Gips fest geworden, gelöst und der betreffende Gegenstand befestigt werden.

Die lösbaren Keilverschraubungen (Patent Eiffe & Fehr in Hamburg), Fig. 26, bestehen aus einem Schraubenbolzen, dessen eines Ende vierkantig und sich keilförmig verdickend gestaltet ist; um den Bolzen liegen lose, nur durch einen umgelegten Draht gehalten, vier Platten, die an dem unteren Ende mit Einkerbungen versehen sind. Dem Durchmesser der Keilverschraubung in ungespreiztem Zustande entsprechend, wird ein Loch so tief in das Mauerwerk eingehauen, daß die Keilverschraubung bis zur Rosette eingeschoben werden kann. Zieht man nunmehr die Schraubenmutter an, so dreht sich der Bolzen nach außen, das Vierkantende, das sich zwischen die losen Flügel einpreßt, treibt diese auseinander, und bei vollem Anziehen der Mutter sitzt die Keilverschraubung in der Öffnung fest, ohne daß die Anwendung irgend eines Bindemittels erforderlich wäre. Sie ist somit jederzeit wieder lösbar, besitzt außerordentlich große Festigkeit und wird für die verschiedenartigsten Zwecke verwendet.

Die Stahl-Hohldübel von Franz Spengler in Berlin, Fig. 27, bestehen aus eigentümlich zugespitzten mit diamantharter Spitze versehenen Rohrstückchen aus Hartgußstahl, die sich einfach mittels Hammerschlägen in den härtesten Stein bündig eintreiben lassen, ohne Zersplitterung oder Beschädigung des Verputzes und ohne einer Vorlochung zu bedürfen; die Rohrstückchen werden mit (Holz-) Spaltspänen ausgefüllt und in diese dann die Nägel, Kloben, Haken u. s. w. eingetrieben. Dadurch gewinnen die eingeschlagenen Teile vollständig sicheren Halt, und können, wenn notwendig, ohne Verletzung des Verputzes wieder ausgezogen werden. Zur Befestigung von schwereren Kloben dienen flachgedrückte Hohldübel, Fig. 27 d, und zur Befestigung von Gegenständen, die nicht genagelt werden können, erhalten die Hohldübel ein Bleifutter, das die Befestigung mit Holz- und Metallgewindeschrauben gestattet, Fig. 27 c. Einige Anwendungen sind in Fig. 27 e bis h gegeben.

Fig. 26.

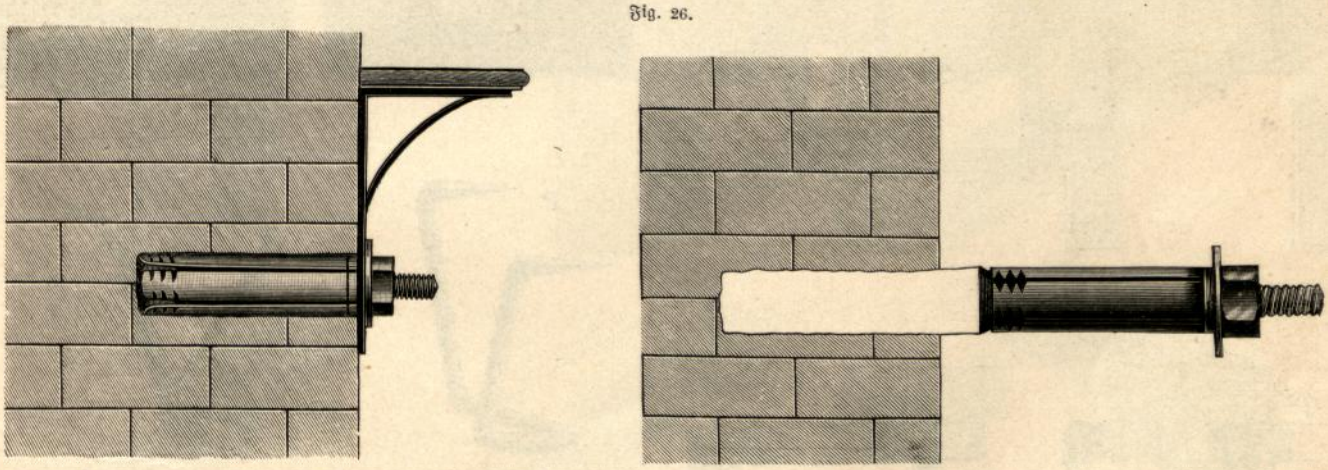


Fig. 27a zeigt noch Thiekes eiserne Dübel mit Holzeinlage, die sich leicht in die Fugen eintreiben lassen, und hier und da mit Vorteil Verwendung finden können.

Die zunehmende Verwendung des Eisens im Hochbau hat verschiedene Konstruktionen hervorgerufen, die die unmittelbare Befestigung von Holz an Eisen bezwecken, ohne

Fig. 27.

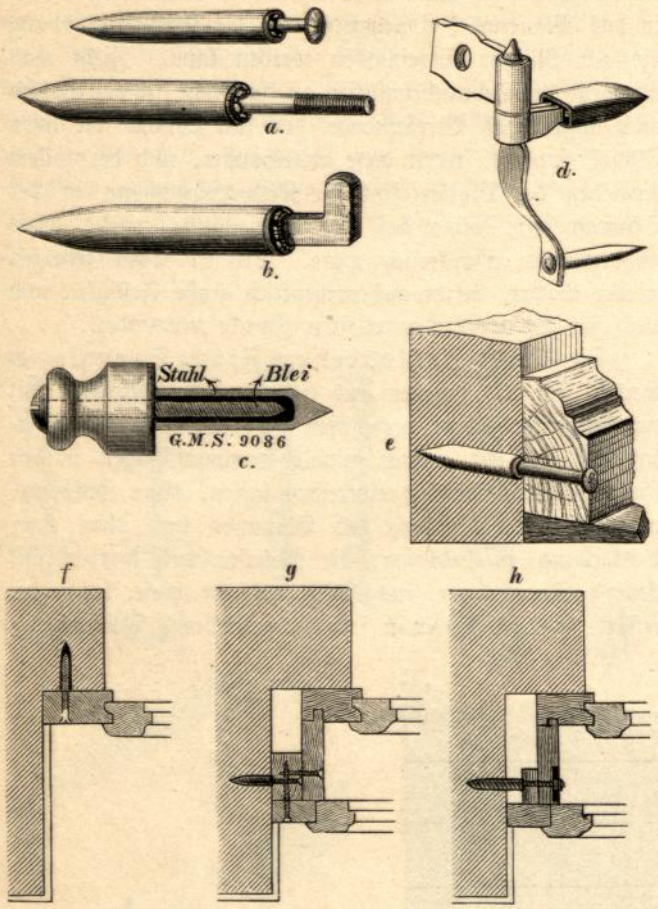
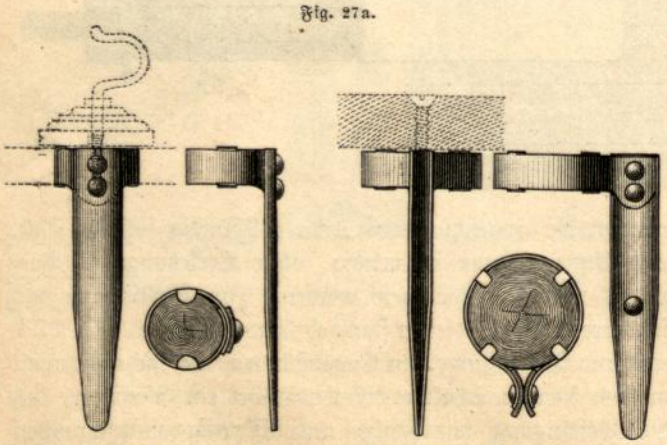


Fig. 27a.



daß das Bohren von Löchern oder dergl. erforderlich würde. Zu nennen sind:

Die Rohrdorf'schen Patent-Verbindungsklammern aus schmiedbarem Eisenguß zum Befestigen von Brettern unmittelbar an den Flanschen von ⊤ ⌶ ⌜ und ⊏ Trägern. Sie werden in zwei Formen geliefert: Form Fig. 28 A, bei Blindboden, Zäunen und dergl., wo eine offene Fuge zulässig ist (s. auch Fig. 229), und Form Fig. 28 B, wenn dichtschließende Fugen verlangt werden.

Die Rohrdorf'schen Patent-Lagerholzklammern, aus Eisendraht hergestellt, dienen zum Befestigen der die Dielen tragenden Fußbodenlager an ⊤ ⌶, ⌜ und ⊏ Eisen; sie werden ebenfalls in zwei Formen P und R geliefert, deren Verwendung sich nach der Lage der Lagerhölzer richtet, Fig. 29.

Fig. 28.

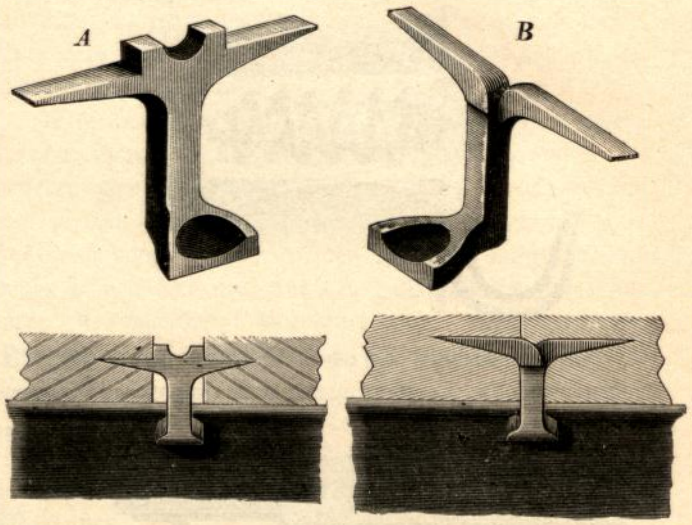
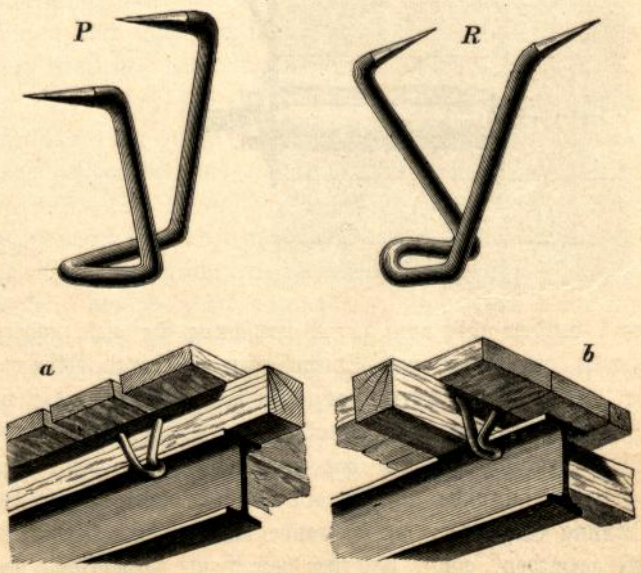
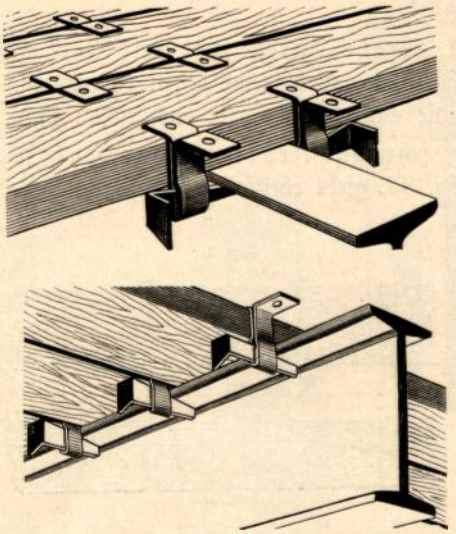


Fig. 29.



Die Katz'schen Keilhaften, Fig. 30, finden zur Befestigung von Blindboden, Schalungen, Lagerhölzern und dergl. an Eisenbalken Verwendung; durch Vortreiben des Keiles in der Hafte wird das Holz fest gegen den Trägerflansch gezogen, der umgebogene Lappen des Keiles preßt sich am Holze fest und verhindert das Lockerwerden der Verbindung.

Fig. 30.



§ 3.

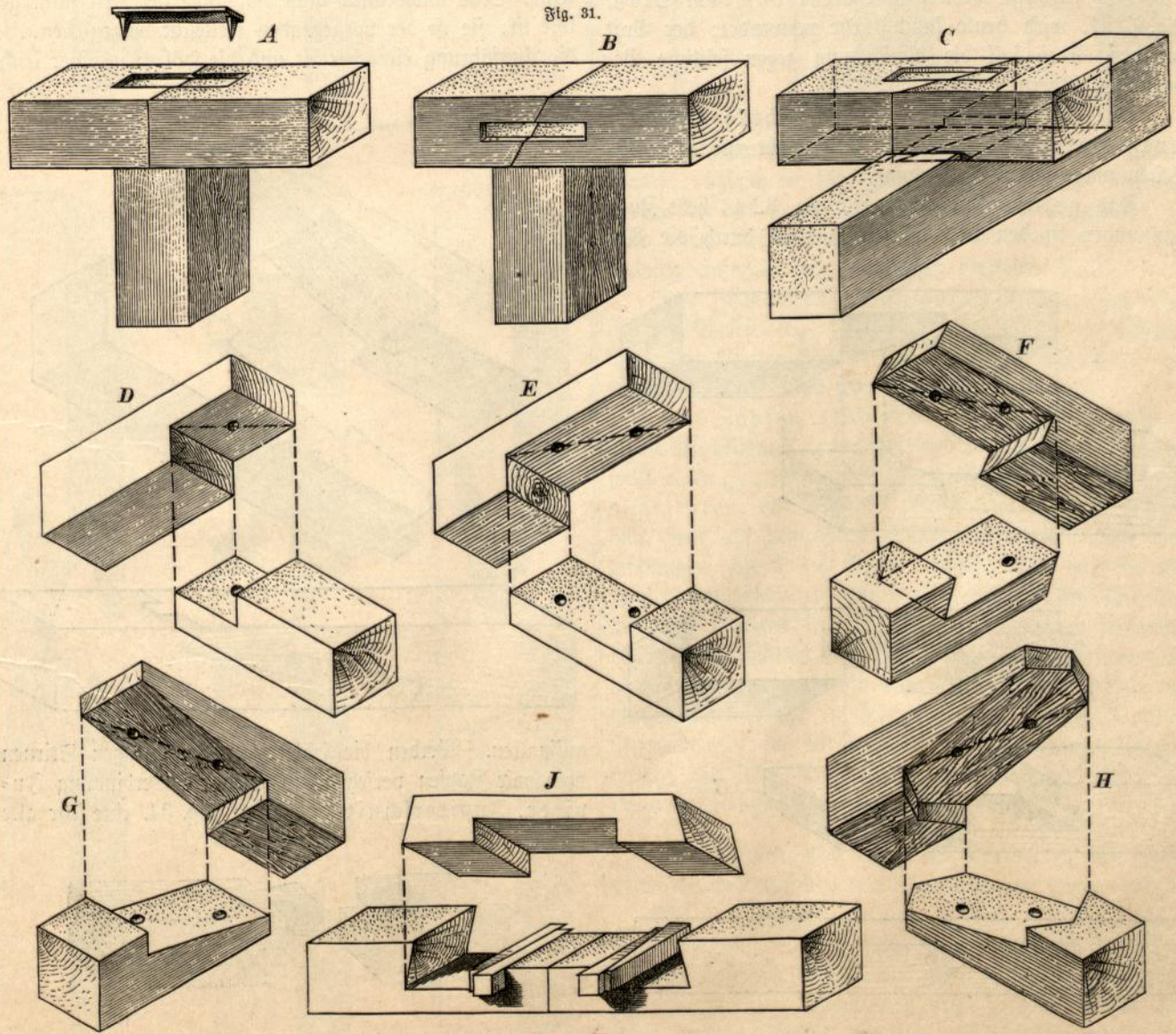
Die Verlängerung der Hölzer.

Die Verlängerung erfolgt bei unzureichender Länge der Hölzer; die Anordnung ist davon abhängig, ob die Hölzer wagrechte, geneigte oder senkrechte Lage haben und ob die Verbindung einen Widerstand gegen Druck, Zug oder Biegung aufzunehmen hat.

Der gerade Stoß, Fig. 31 A; die Hölzer stoßen stumpf gegeneinander, was eine sichere Unterstützung der gestoßenen Stelle voraussetzt. Der gerade Stoß wird deshalb nur bei wagrecht liegenden Hölzern über oder unter Pfosten angeordnet, und meistens gegen Verschieben durch eingelassene Klammern oder durch Flacheisenbänder gesichert.

Der schräge Stoß, Fig. 31 B und C, mit schräg geschnittenen Hirnflächen hat einen Vorzug gegenüber dem geraden Stoß nur bei einer Anordnung nach Fig. 31 C,

Fig. 31.



da hierbei die beiden Balkenenden ein weiter eingreifendes Auflager erhalten.

Das Blatt oder die Verblattung ist eine gute Verbindung, die häufig angewendet und gewöhnlich verbohrt, d. h. durch einen Holznagel oder besser durch einen Schraubenbolzen gesichert wird, Fig. 31 D; die verblattete Stelle muß eine gesicherte Unterstützung erhalten. Bei Verwendung von zwei Nägeln oder Schraubenbolzen sind diese diagonal anzuordnen, um ein Aufspalten des Holzes zu verhüten, Fig. 31 E.

Das schräg eingeschnittene gerade Blatt, Fig. 31 F, soll der Verbindung eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Herausheben geben.

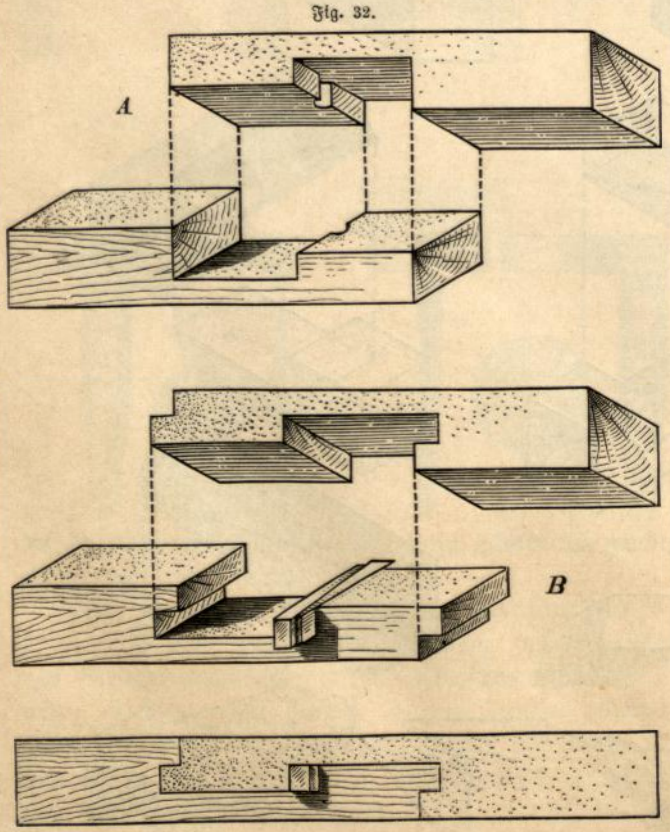
Das schräge Blatt, Fig. 31 G, wird dem geraden zuweilen vorgezogen, weil das Holz weniger leicht aufspaltet; es wird verbohrt und gewöhnlich bei Hölzern von kleinen Abmessungen angewendet.

Das schräge Blatt mit Grat auf dem Stoß, Fig. 31 H, wird heute kaum mehr verwendet; der Grat auf dem Stoß soll die Verbindung gegen seitliche Bewegungen sichern.

Der Stoß mit eingesetztem schräg geschnittenem Haken und Keil, Fig. 31 J, giebt eine nach allen Seiten untrennbare Verbindung.

Das gerade Hakenblatt, Fig. 32 A, hebt Zugspannungen in den verbundenen Hölzern durch die Art

Fig. 32.

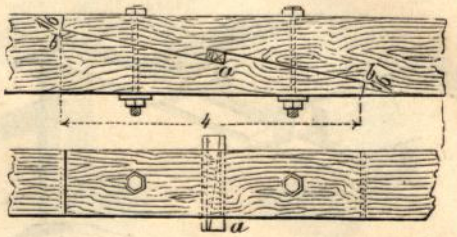


der Verbindung auf; das Heben wird durch einen Bolzen verhindert.

Das gerade Hakenblatt mit Versatzung und Keil, Fig. 32 B, giebt ohne Eisen eine vorzügliche Verbindung, die nach keiner Seite ausweichen kann.

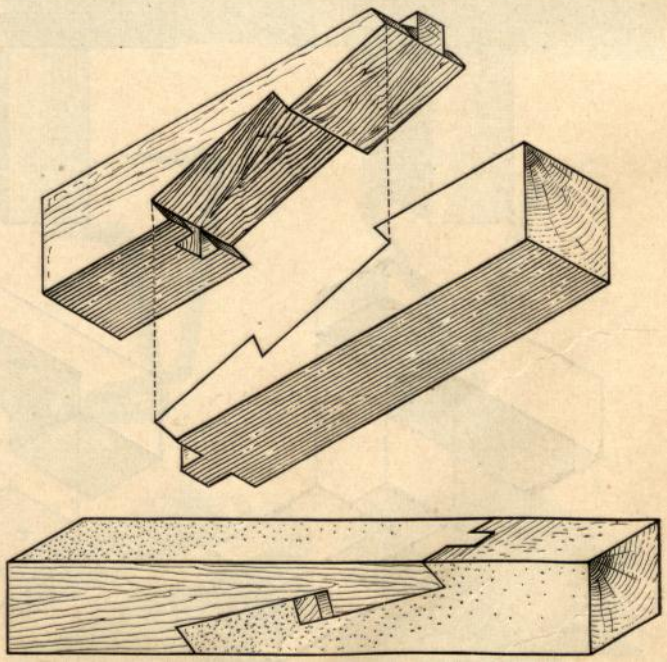
Das schräggestirnte schräge Hakenblatt mit Keil, Fig. 33, giebt ebenfalls eine Verbindung, die nach

Fig. 33.



keiner Seite ausweichen kann, so lange der Keil nicht gelöst ist; sie ist der vorgehenden vielleicht vorzuziehen, da die Ausführung einfacher ist und die Hölzer weniger leicht

Fig. 34.



aufspalten. Werden die Hölzer an den schrägen Stirnen noch mit Zapfen versehen, so wird die Verbindung Jupiter, Jupiterschnitt, genannt, Fig. 34, eine sehr alte

Fig. 35.

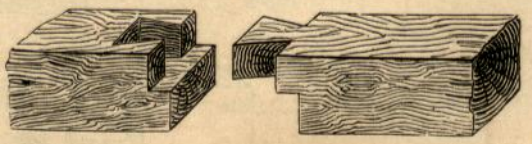


Fig. 36.

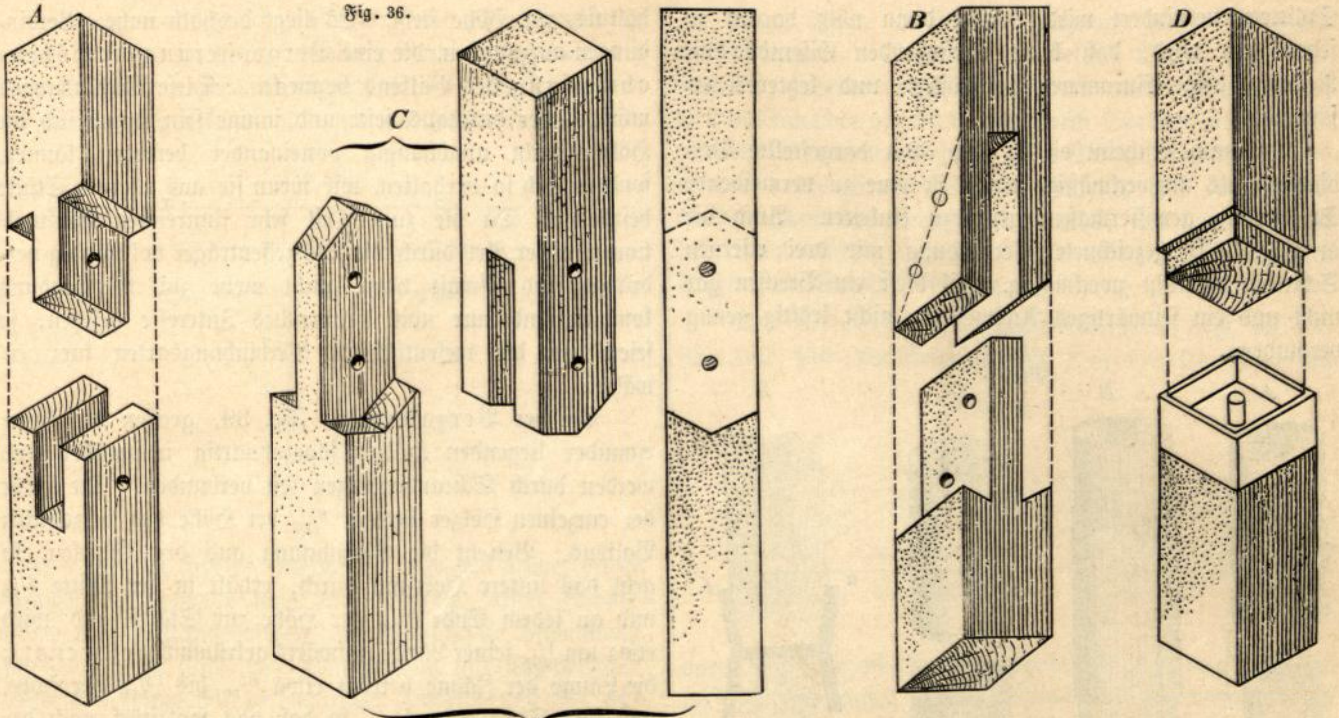
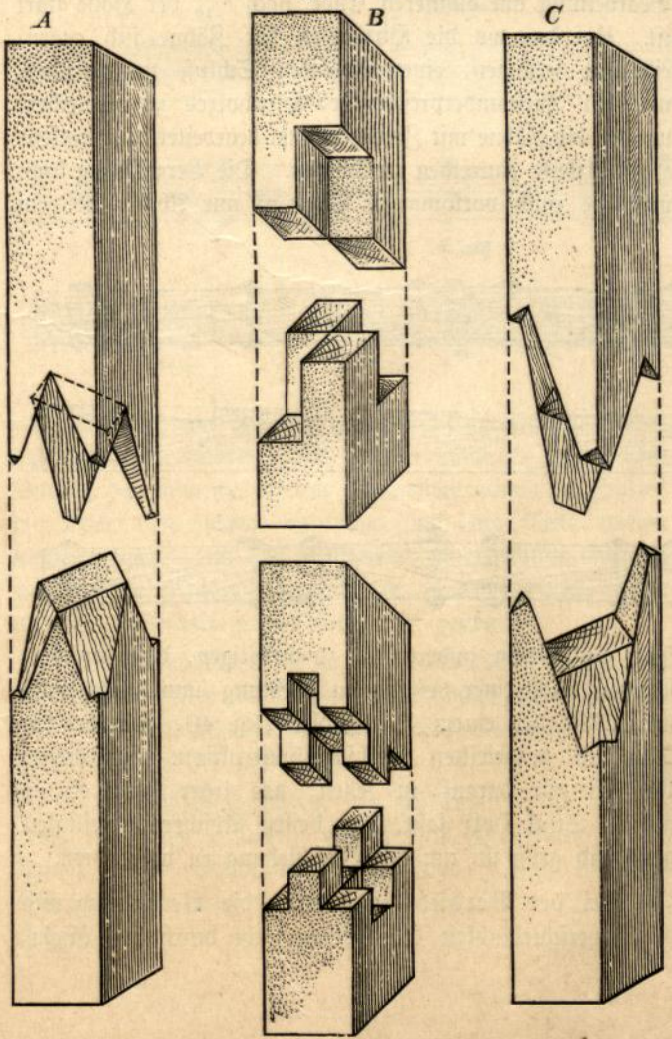


Fig. 37.



aber nicht mehr verwendete Verbindungsweise. Die Hakenblätter, obgleich sie sehr gute Holzverbindungen abgeben, werden bei den neuen Konstruktionen selten ausgeführt, da man durch Eisenbänder und Schraubenbolzen die Verbindung einfacher und dauerhafter herstellen kann.

Das schwalbenschwanzförmige Blatt, gewöhnlich mit Brüstung, Fig. 35, findet häufig bei Mauerlatten und Pfetten Anwendung, da es ein Verschieben der einzelnen Stücke nach jeder Richtung verhindert.

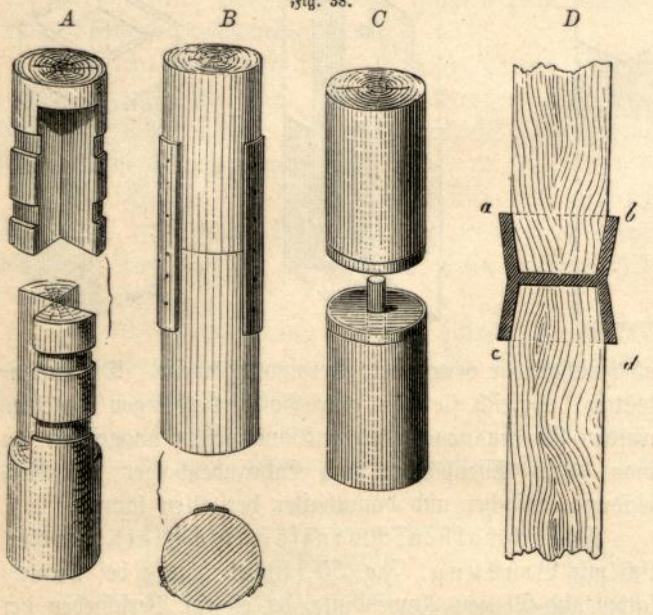
Der Zapfen (Schlitzzapfen, Scheerzapfen), erhält den dritten Teil der Holzbreite als Stärke; Fig. 36 A stellt einen gerade abgesetzten, Fig. 36 B einen schräg abgesetzten, und Fig. 36 C einen schräg eingesetzten (mit Grat auf dem Stoß) Schlitzzapfen dar. Diese Verbindungen, die in der Regel verbohrt und mit ein oder zwei Schraubenbolzen gesichert werden, finden ihre Anwendung meistens nur bei Verlängerungen in senkrechter Richtung (Propfungen), die bei Hochbauten im allgemeinen wenig vorkommen, da in den meisten Fällen Hölzer von hinreichender Länge zu beschaffen sind. Welch künstliche Verbindungen für Propfungen zur Ausführung kamen, mögen Fig. 37 A, B und C verdeutlichen, die nähere Erläuterungen nicht erfordern.

Bei Pfählen, die unter der Ramme in den Boden getrieben werden sollen, und die verlängert werden müssen, — was wohl wenig vorkommen wird und möglichst zu vermeiden ist, — hat man sein Augenmerk darauf zu richten, daß die Achsen der zu verbindenden Hölzer in eine gerade Linie treffen, daß beide Hölzer sich mit möglichst großen Flächen berühren und ein Aufspalten und

Splittern verhindert wird, wobei dann noch darauf zu sehen sein wird, daß keine vorstehenden Eisenteile die Reibung beim Einrammen vergrößern und letzteres erschweren.

Hiernach erscheint die in Fig. 38 A dargestellte Verbindung als unzweckmäßig, indem sie eine zu vermeidende Splitterung gewissermaßen geradezu einleitet. Auch die in Fig. 38 B gezeichnete Verbindung mit drei eisernen Schienen ist nicht zweckmäßig, weil diese ein Brechen gar nicht und ein seitwärtiges Ausweichen nicht kräftig genug verhindern.

Fig. 38.



Es dürfte am zweckmäßigsten sein, nach Fig. 38 C beide Hölzer genau senkrecht auf ihre Achsen abzuschneiden, jedes Ende mit einem starken eingelassenen eisernen Ringe zu versehen und einen etwa 36 cm langen, 3 bis 5 cm starken, geschmiedeten eisernen Dorn zur Hälfte in jedes Holz in genau in der Achse gebohrte passende Löcher einzulassen. Vorteilhaft ist die in Fig. 38 D gezeichnete Verbindung, die durch eine gußeiserne Muffe a b c d bewirkt wird, und die sich auch bei quadratischem Querschnitt der zu verbindenden Hölzer empfiehlt, Fig. 36 D.

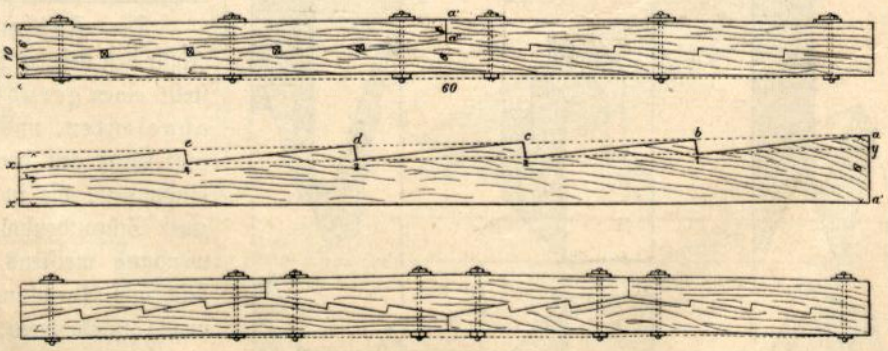
§ 4.

Die Verstärkung oder Verdickung der Hölzer.

Die Untersuchungen über die Biegungsfestigkeit prismatisch gestalteter Hölzer lehren, daß die Tragfähigkeit im einfachen Verhältnis zur Breite und im quadratischen Verhältnis zur Höhe steht. Es liegt deshalb nahe, Verbindungen aufzusuchen, die eine Vergrößerung der Höhenabmessung des Balkens bezwecken. Diese Verbindungen müssen aber durchaus feste und innige sein, damit sich die Hölzer nicht unabhängig voneinander bewegen können, sondern sich so verhalten, wie wenn sie aus einem Stücke beständen. Da die zum Teil sehr sinnreichen Konstruktionen dieser Art durch die Walzeisenträger vollständig verdrängt sind, somit heute nicht mehr zur Verwendung kommen und nur noch historisches Interesse besitzen, so seien nur die wesentlichsten Verbindungsarten kurz erwähnt.

Bei der Verzahnung, Fig. 39, greifen die übereinander liegenden Hölzer sägezahnartig ineinander und werden durch Schraubenbolzen fest verbunden. Die Höhe der einzelnen Hölzer beträgt $^6/_{10}$ der Höhe des verzahnten Balkens. Besteht die Verzahnung aus drei Stücken, so geht das untere Holzstück durch, erhält in der Mitte $^6/_{10}$ und an jedem Ende $^5/_{10}$ der Höhe zur Stärke und wird etwa um $^1/_{16}$ seiner Länge aufwärts gekrümmt (gesprengt); die Länge der Zähne beträgt etwa $^8/_{10}$ bis $^{15}/_{10}$ der Höhe, und ihre Tiefe etwa $^1/_{10}$, so daß das Holzstück nach der Bearbeitung am dünneren Ende noch $^4/_{10}$ der Höhe stark ist. Um da, wo die Hirnenden der Zähne sich gegeneinander stemmen, einen dichteren Schluß zu erreichen, und ein Ineinanderpressen des Hirnholzes zu vermeiden, werden die Zähne mit Zwischenraum bearbeitet, um trockene Hartholzkeile eintreiben zu können. Die Verzahnung kann übrigens auch vorkommen, wenn es nur Absicht ist, ein

Fig. 39.

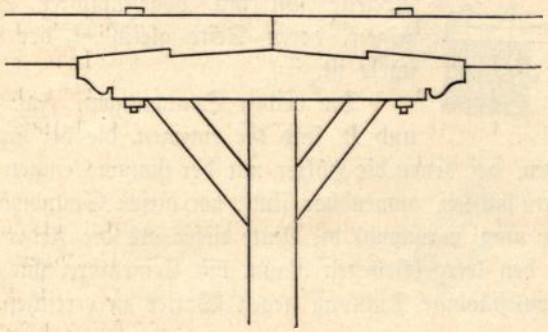


Holz auf einem anderen so zu befestigen, daß ein Verschieben nach einer bestimmten Richtung unmöglich wird, wie z. B. bei einem Sattelholz, Fig. 40, oder bei der Tafel 36 mitgeteilten Dachstuhlkonstruktion. In diesem Fall ist nur darauf zu sehen, das jeder Zahn ein so großes Stück Holz faßt, daß dessen Abscherungsfestigkeit genügend groß ist, um die Verschiebung zu verhindern.

Bei der Verdübelung wird die Verbindung und die Unverschieblichkeit der Hölzer nicht durch ein Inein-

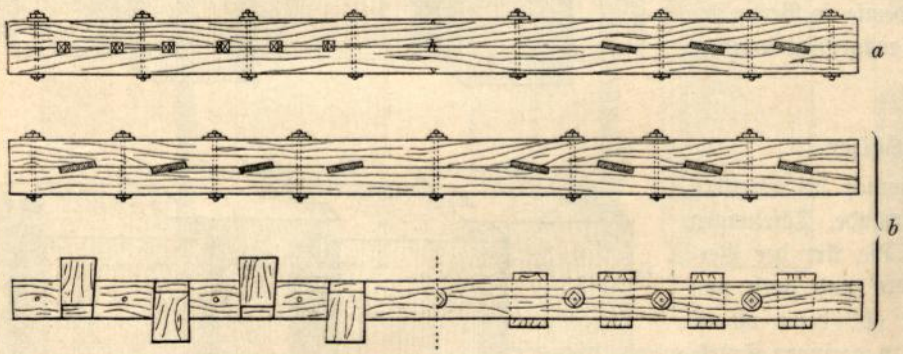
andergreifen der Hölzer, das eine wesentliche Verschwächung herbeiführt, sondern durch besondere Verbindungsstücke, die Dübel, bewirkt, deren Form prismatisch oder schwalbenschwanzförmig sein kann, und die zur Hälfte in jedes der

Fig. 40.



zu verbindenden Hölzer eingreifen, oder die Dübel bilden einfache oder doppelte Keile und bewirken, unter Zuhilfenahme von Schraubenbolzen, die beabsichtigte Verbindung. Fig. 41 a zeigt links eine Verdübelung mit Doppelkeilen, rechts eine solche mit prismatischen Dübeln, und Fig. 41 b

Fig. 41.



einen Träger, bei dem die zahnartig eingreifenden Dübel einfache Keile bilden. Die Keilverbindungen haben den Vorzug, daß man später nach Zusammentrocknen des Holzes die Keile von neuem eintreiben und die Teile wieder spannen kann. Um das Eintreiben zu erleichtern, werden zwischen die Hirnholzflächen dünne Zinkblechstreifen gelegt und die Keile mit grüner Seife gut geschmiert.

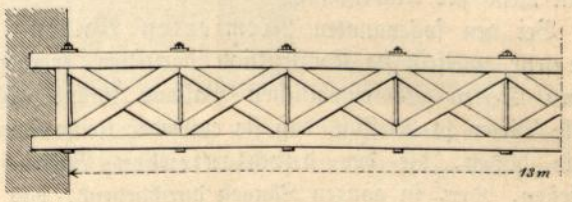
Die Verdübelung kann noch Anwendung finden zur Verbindung zweier unmittelbar aufeinanderliegenden Streben bei Dachstuhlkonstruktionen, Tafel 27, ebenso bei Sattelhölzern, Tafel 38, und dergl. m.

Die Verschränkung, die gewöhnlich nur bei lotrecht stehenden Hölzern, vornehmlich Hängsäulen, vorkommt, zeigt rechtwinkelig geschnittene Zähne; die Verbindung wird durch Schraubenbolzen gesichert, Tafel 27, Fig. 3.

Eine bessere Materialausnutzung geben diejenigen Konstruktionen, bei denen die beiden Balken nicht unmittelbar aufeinanderliegen, sondern mehr oder weniger weit voneinander abgerückt und durch Spreizen und Bolzen miteinander verbunden sind. Die Konstruktion beruht auf dem aus der Statik bekannten Gesetze, daß das Widerstandsmoment des Querschnittes wächst mit dem Quadrat des Abstandes der einzelnen Flächenteile von der neutralen Achse (siehe Kapitel VI, § 5).

Der Gitterträger (Fachwerksträger), Fig. 42, besteht aus zwei parallelen Balken (den Gurtungen), die

Fig. 42.



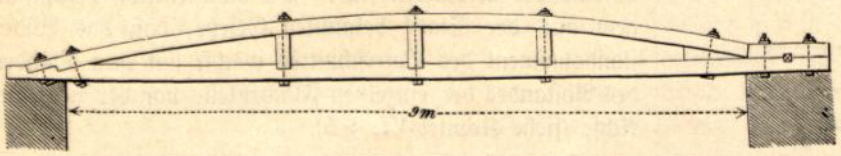
durch sich kreuzende Hölzer, sogenannte Andreaskreuze, versteift und durch starke Schraubenbolzen untereinander verbunden werden. Die Tragfähigkeit dieser Konstruktion ist im Verhältnis zum Materialaufwand sehr bedeutend, und da die Herstellung einfach ist, so können derartige Träger auch unter den heutigen Verhältnissen in gewissen Fällen noch mit Vorteil zur Anwendung kommen.

Diese Gitterträger haben auf ihre ganze Länge einerlei Höhe; da aber die Biegungsmomente von der Mitte gegen die Auflager hin abnehmen, so ist es statisch zulässig, auch die Trägerhöhen gegen die Auflager hin zu verringern, und auf dieser Erwägung beruht die Konstruktion der linsenförmig gestalteten Balken oder der sogenannten Laves'schen Balken, die zuerst vom Hofbaurat Laves in Hannover konstruiert worden sein sollen. Spaltet man einen Balken im mittleren Teil der Höhe seiner Länge nach und nahe bis an die Enden auf, schützt letztere durch eiserne Bänder und Bolzen gegen ein weiteres Aufspalten, treibt die beiden Hälften durch Keile auseinander und erhält sie durch Spreizen in dieser Lage, so wird die Tragkraft des Balkens bedeutend vergrößert, während die Vermehrung an Material und Gewicht nur unbedeutend ist.

Einfacher und zweckmäßiger ist es, die Verbindung aus zwei einzelnen Balken herzustellen, als einen einzigen durch einen Sägeschnitt zu trennen. Die Form kann symmetrisch zur Schwerachse des Balkens gebildet sein, wie bei den Hauptstreben des Dachstuhles im Hoftheater in

Karlsruhe, Tafel 33, oder nach Fig. 43 mit einer geraden und einer gebogenen Gurtung, wie dies bei Deckenträgern wohl stets der Fall sein wird. Der Lawes'sche Balken

Fig. 43.



ist umständlich und daher teuer in der Herstellung, ist deshalb nur wenig ausgeführt worden, und kommt wohl selten mehr zur Anwendung.

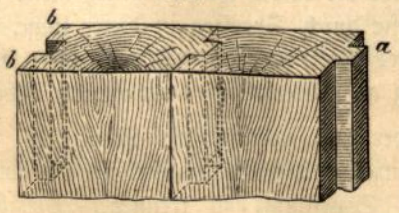
Bei den sogenannten „armierten Balken", die eine sehr zweifelhafte Konstruktion darstellen, werden zu beiden Seiten des eigentlichen Balkens 9 bis 15 cm starke Dielen so befestigt, daß sie entweder kleine Sprengwerke bilden, die den durchlaufenden Balken einschließen, oder, in ganzen Längen durchgehend, das aus zwei Balkenstücken gebildete Sprengwerk zwischen sich fassen; Balken und Armierungen sind durch Schraubenbolzen und eventuell durch Verdübelungen gut miteinander zu verbinden. Nach dieser Konstruktionsweise sind z. B. in der von Schinkel erbauten Bauakademie in Berlin die 9 m langen Unterzüge der Saaldecken ausgeführt worden.

§ 5.
Die Verbreiterung der Hölzer.

Die Verbreiterung kommt vornehmlich bei Brettern und Dielen, — für Fußboden, Bretterwände, Täfelungen u. s. w. — weniger bei Balken vor. Die Art der Verbindung hängt von dem besonderen Zweck und auch von der Stärke der zu verbindenden Teile ab, denn oft ist eine sonst zweckmäßige Verbindung der zu geringen Stärke der Hölzer wegen nicht ausführbar.

1) Die Spundung, bei Dielen, aber auch bei Balkenholz, z. B. in den Spundwänden gebräuchlich. Den eingreifenden Teil nennt man die Feder, und die von derselben zu füllende Öffnung den Spund oder die Nut. Jedes Holzstück erhält gewöhnlich an einer Seite einen Spund und an der anderen eine Feder. Wir unterscheiden:

Fig. 44.

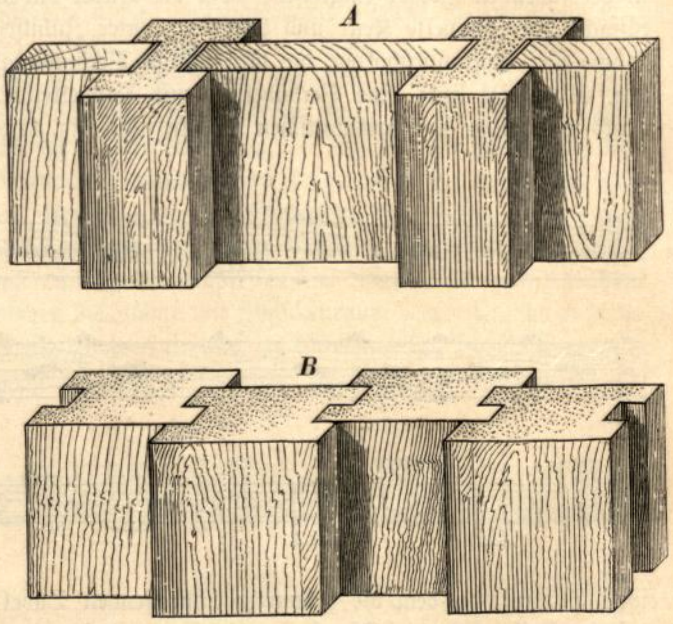


Die Quadratspundung, Fig. 44, so genannt, weil die Feder a einen quadratischen Querschnitt erhält; ihre Dicke beträgt $^1/_3$ der Holzstärke. Fig. 45 A und B zeigen zwei andere Anordnungen der Spundung, wie solche vornehmlich bei Spundwänden zur Anwendung kommen.

Die Keilspundung, Fig. 46, bei der die Federn im Querschnitt gleichseitige Dreiecke (oft mit abgestumpfter Spitze) zeigen, deren Seite gleich $^1/_3$ der Holzstärke ist.

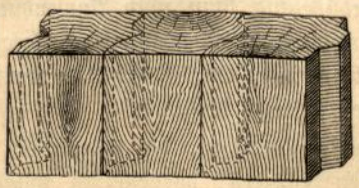
Die beiden Spundungen, Fig. 45 A und B, sind die einzigen, die bei Spundwänden, bei denen die Hölzer mit der Ramme eingetrieben werden müssen, anwendbar sind; bei diesen Spundwänden macht man manchmal die Nute tiefer als die Feder und gießt den leergebliebenen Raum mit Cementbrei aus, um eine vollständige Dichtung gegen Wasser zu erreichen.

Fig. 45.



Spundungen nach Fig. 47 und 47a kommen nur bei Dielen und Bohlen vor, finden aber selten Anwendung, da sie gegenüber der einfachen Spundung kaum einen Vorzug besitzen.

Fig. 46.

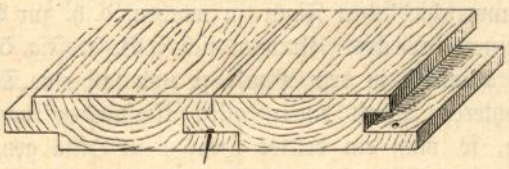


2) Die Federung, Fig. 48, kommt der Spundung nahe, nur besteht der Unterschied, daß jedes Holz zwei Nuten erhält, und die Feder aus einem besonderen Holz-

stück besteht, das in die Nuten eingetrieben wird. Die Federung wird hauptsächlich bei den Riemen- und Parkettboden verwendet. Zuweilen macht man die Feder, statt

Fig. 47.

Fig. 47a.



von Holz, auch von schwachem Bandeisen oder von starkem Zinkblech.

3) Die halbe Spundung oder die Falzung, Fig. 49, bei der jedes Brett einen Falz erhält, dessen Tiefe der halben Brettstärke gleich ist. Bei Täfelungen,

Fig. 48.

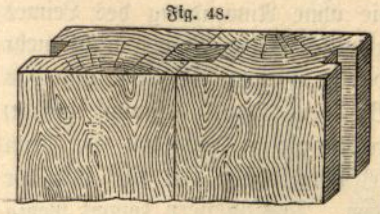


Fig. 49.

Fig. 50.

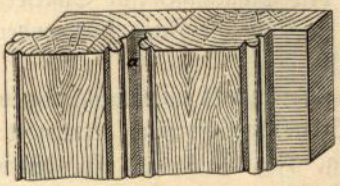
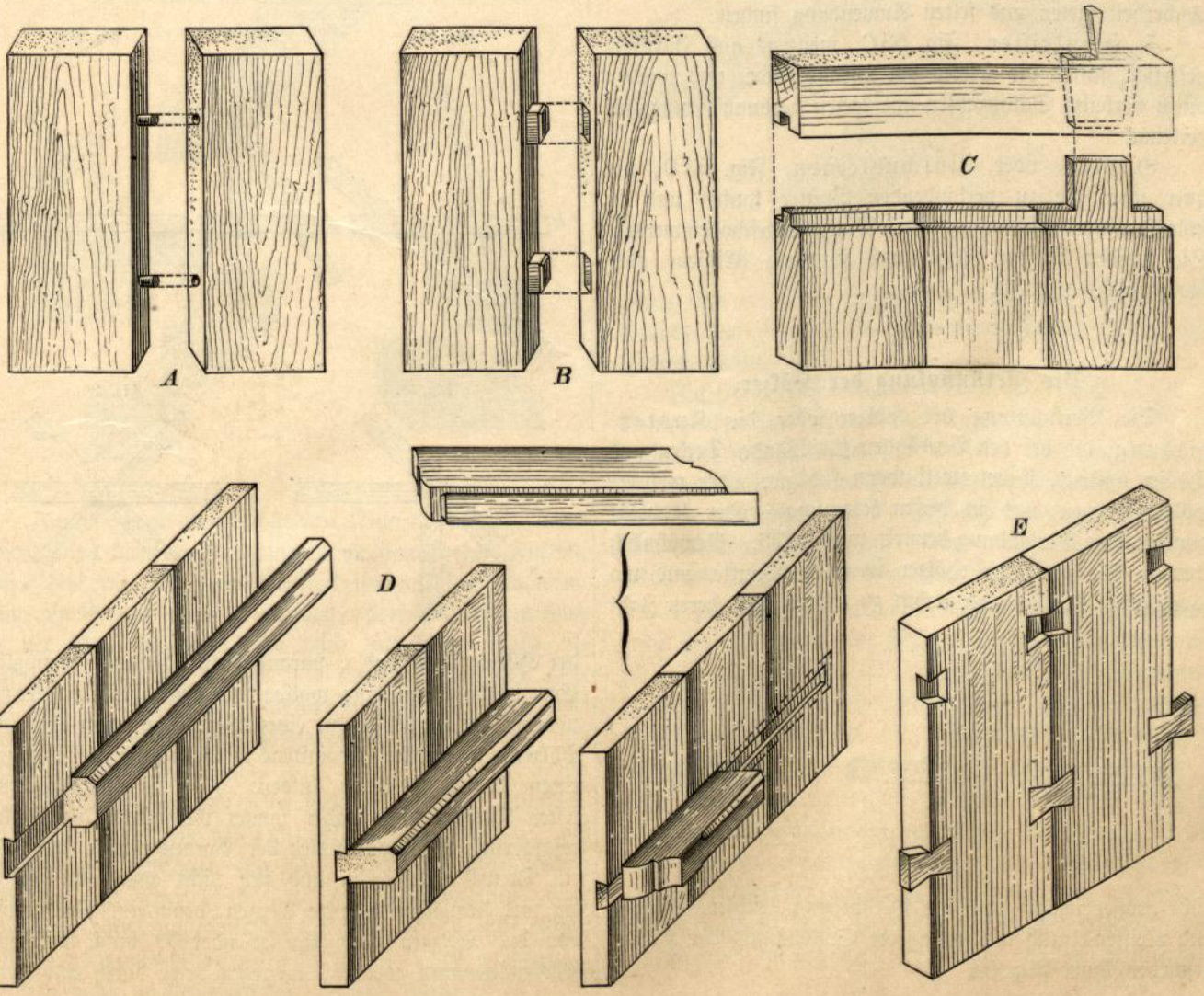


Fig. 51.

Fig. 52.

Schalungen und dergl. werden die Falzkanten vielfach mit angekehlten Profilen versehen, um die Fuge auszuzeichnen

Fig. 53.



und dadurch die Fläche zu dekorieren, und um ein etwaiges Aufgehen der Fugen beim Schwinden der Bretter dem Auge unbemerkbar zu machen, Fig. 50.

4) Verbindungen, die ohne Anwendung des Leimes oder anderer Verbindungsmittel diesen Namen nicht mehr beanspruchen können, sind das Fugen, Fig. 51, und das Messern, Fig. 52. Bei dem Fugen (stumpf gefügt) stehen die Stoßfugen rechtwinkelig, wogegen sie beim Messern Winkel von 45° oder besser von 60° mit der Oberfläche der Bretter bilden. Das Messern kommt wenig vor und wird zuweilen bei den Schalungen für Schieferdeckungen verwendet, weil ein auf die Fuge kommender Nagel immer noch Holz trifft.

Zur besseren Verbindung der stumpf zusammengefügten und gewöhnlich verleimten Bretter werden noch verwendet:

5) Die Verdübelung, Fig. 53A und B, durch runde oder rechteckige Dübel.

6) Schwalbenschwänze, Fig. 53E, die aus Hartholz gefertigt und eingeleimt werden, die aber wenig Sicherheit bieten und selten Anwendung finden.

7) Hirnleisten, Fig. 53C, meistens aus Hartholz gefertigt, fassen die Dielen am Hirnholzende, und werden durch verkeilte Schlitzzapfen mit diesen verbunden und gut verleimt.

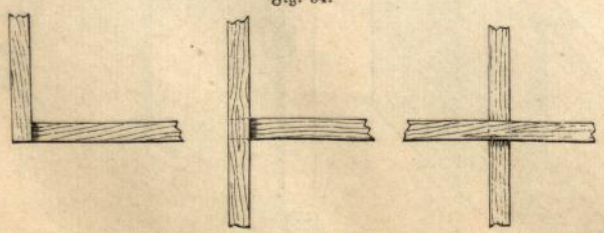
8) Grat- oder Einschubleisten, Fig. 53D, die quer über die zu verbindenden Bretter laufen und in schwalbenschwanzförmig gestaltete Nuten eingeschoben werden. Sie werden in der Regel aus Hartholz (Eichen- oder Buchenholz) gefertigt.

§ 6.

Die Verknüpfung der Hölzer.

Die Verknüpfung der Hölzer oder die Knotenbildung, die bei den Verbänden für Wände, Decken und Dächer auftritt, findet statt, wenn sich zwei oder mehrere Hölzer kreuzen und in diesen Kreuzungs- oder Knotenpunkten eine Verbindung bewirkt werden soll. Gewöhnlich kreuzen sich nur zwei Hölzer in einem Punkte, und wo es möglich ist, hat man dahin zu wirken, daß deren Zahl

Fig. 54.



nicht größer wird, weil die Verbindung leichter, sicherer und meistens auch mit geringerer Schwächung der Hölzer geschehen kann, Fig. 54.

Diese Verbindungen sind mehr oder weniger als drehbar anzusehen, wenn man eine größere Konstruktion beurteilen will. Denn nur dadurch lassen sich die Formänderungen erklären, die viele Konstruktionsteile erleiden, ohne daß ein Zerbrechen oder Zerreißen der einzelnen Hölzer stattgefunden hat.

Meistens ist es aber dem Konstrukteur gerade darum zu thun, eine solche Drehung in den Kreuzungspunkten unter allen Umständen zu vermeiden, und dann bleibt nichts übrig, als diesen Kreuzungspunkt zum Winkelpunkt einer unverschieblichen Figur zu machen, d. h. zur Winkelspitze eines Dreieckes. Kreuzen sich z. B. in Fig. 55 zwei Hölzer a und b in dem Punkte p, und soll eine Drehung um letzteren Punkt unter allen Umständen verhindert werden, so muß ein drittes Holz c zu Hilfe genommen werden, das sich mit a und b in den Punkten o und v kreuzt; denn wenn nun auch die Punkte p, o und v als Scharniere angesehen werden, so ist eine Drehung um dieselben (immer die erforderliche Festigkeit und Steifigkeit

Fig. 55. Fig. 56. Fig. 57.

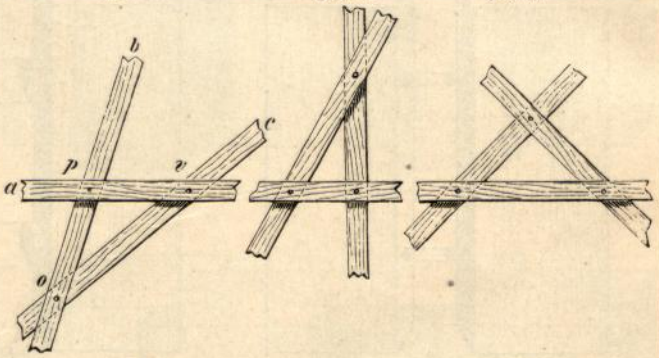
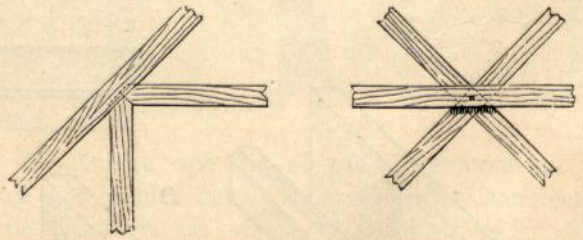


Fig. 58. Fig. 59.



der Hölzer a, b und c vorausgesetzt) dennoch unmöglich. Eine solche Verbindung wollen wir einen festen Knoten nennen, im Gegensatz zu einer Verbindung von nur zwei Hölzern, die immer, wenigstens in Beziehung auf Drehung, einen losen Knoten bilden. Zur Darstellung eines festen Knotens sind daher immer wenigstens drei Hölzer erforderlich und noch unter der Voraussetzung, daß diese ein Dreieck einschließen und sich nicht etwa alle drei in ein und demselben Punkte kreuzen, denn eine Verbindung von drei Hölzern nach Fig. 58 oder 59 kann kein fester Knoten genannt werden, wogegen beide durch eine kleine

Veränderung, wie sie die Fig. 56 und 57 darstellen, in feste Knoten verwandelt werden. Es handelt sich daher meist nur um die unmittelbare Verbindung zweier Hölzer miteinander.

Die zu verbindenden Hölzer können in einer oder in verschiedenen Ebenen liegen, sie können sich rechtwinkelig oder unter einem beliebigen anderen Winkel kreuzen, und es können alle Hölzer oder nur ein Teil oder gar keines über den Kreuzungspunkt hinausreichen.

a) Die Überblattungen oder Überschneidungen.

Die Überblattung findet vielseitige Anwendung bei Hölzern, die in einer Ebene liegen und sich recht- oder schiefwinkelig kreuzen, oder ein ⊤ oder ein ⌊ bilden.

Fig. 60.

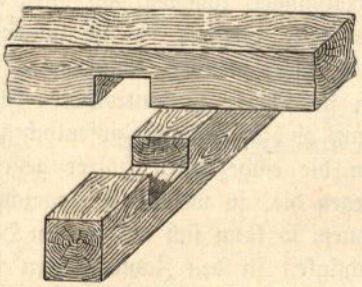


Fig. 61.

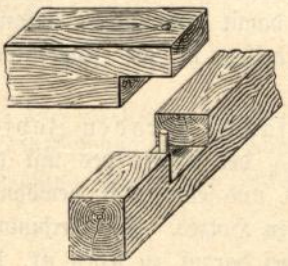


Fig. 62.

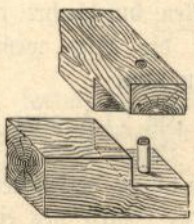
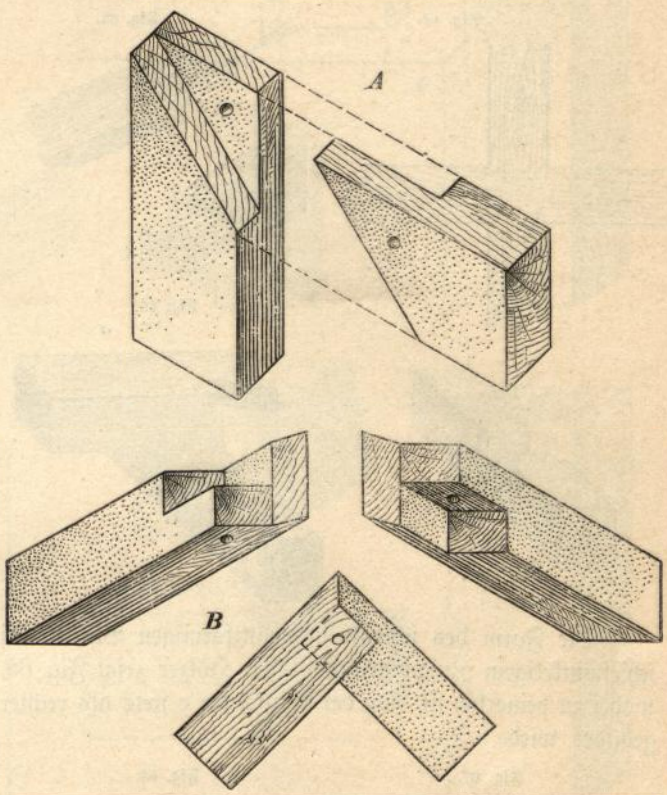


Fig. 60 zeigt die gewöhnliche Überblattung, wenn beide Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausgehen, Fig. 61, wenn dies nur bei einem der Fall ist, und Fig. 62, wenn beide im Kreuzungspunkte endigen. Die Verbindung wird in der Regel verbohrt und wird aus jedem Holze die halbe Stärke ausgeschnitten; im allgemeinen muß aber der Grundsatz festgehalten werden, daß das Holzstück, das getragen wird, eher eine Schwächung ertragen kann, als dasjenige, welches trägt.

Die Ecküberblattung wird bei gewissen Konstruktionen, wie z. B. bei den Thürverkleidungen und dergl. auf Gehrung ausgeführt, Fig. 63 A, wobei die beiden Hölzer (Bretter) auf einer Seite nach der Gehrungslinie, d. h. nach der Halbierungslinie des Winkels, den sie miteinander bilden, zusammenschneiden (Gehrungsüberblattung).

Eine Ecküberblattung mit nur teilweisem Zusammenschnitt auf Gehrung zeigt Fig. 63 B, die Verbindung wird

Fig. 63.



wenig und nur dann angewendet, wenn aus irgend einem Grunde das Hirnholz der zusammentreffenden Hölzer nicht sichtbar werden soll.

Fig. 64 zeigt eine Überblattung mit Versatzung bei liegenden sich rechtwinkelig kreuzenden, und Fig. 88 eine solche bei stehenden sich schiefwinkelig kreuzenden Hölzern. Die Versatzung hat den Zweck, den Einfluß, den das Eintrocknen der Hölzer auf die Festigkeit der Verbindung ausübt, weniger schädlich zu machen. Die Verbindung ist gekünstelt und findet wenig Anwendung.

Eine nur als Eckverbindung übliche Überblattung zeigt Fig. 65 unter dem Namen Ecküberblattung mit schrägem Schnitt. Die schräge Fläche der Blätter verhindert die Trennung der Verbindung, so lange das obere Holz genügend belastet ist, weshalb die Verbindung bei Schwellenkreuzungen gebräuchlich ist.

Das schwalbenschwanzförmige Blatt, Fig. 66, verhütet ein Herausziehen des angeblatteten Holzes a, und das schwalbenschwanzförmige Blatt mit Brüstung, Fig. 67, schont bei demselben Zweck das Holz, in das das Blatt eingesetzt wird, da dieses nur $^1/_3$ der Holzstärke stark ist, wogegen die sogenannte Brüstung (der Vorsprung bei c)

die halbe Holzstärke besitzt, so daß es zur Druckübertragung genügend stark ist; zugleich ist durch die Verkürzung des Blattes dessen Hirnholz versteckt

Fig. 64.

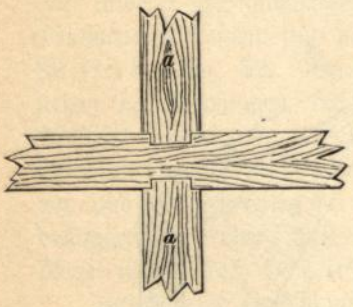


Fig. 65.

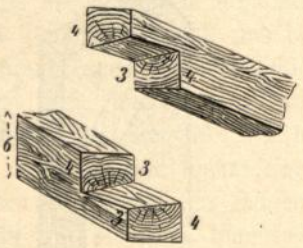
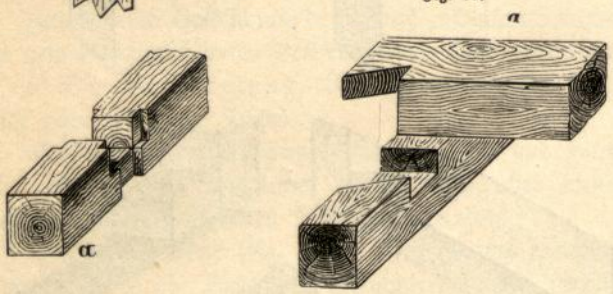


Fig. 66.



Die Form des schwalbenschwanzförmigen Blattes bei schiefwinkeligem Zusammenschnitt der Hölzer zeigt Fig. 68, wobei zu bemerken ist, daß der Winkel bei c stets als rechter gebildet wird.

Fig. 67.

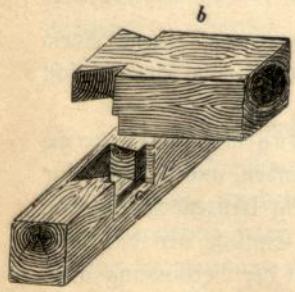


Fig. 68.

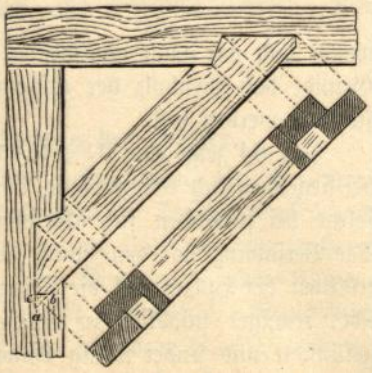


Fig. 69.

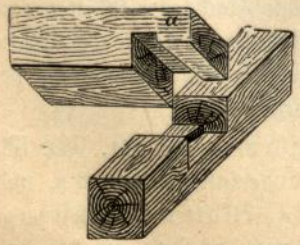
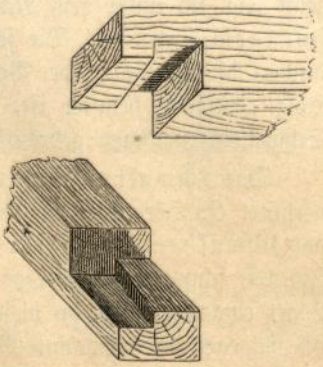


Fig. 70.



Die hakenförmige Überblattung, Fig. 69, steht den beiden vorgenannten Verbindungen nach, da der Haken a sehr leicht abgesprengt wird. Bei Eckverbindungen wird die hakenförmige Überblattung nach Fig. 70 gestaltet, wobei vermöge des keilförmig gestalteten Hakens die Verbindung nach keiner Richtung ausweichen kann.

b) Die Verzapfungen.

Diese Verbindungen kommen mit wenigen Ausnahmen nur in den Fällen vor, in welchen nur eines oder gar keines der zu verbindenden Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht. Es ist nicht nötig, daß die Hölzer in einer Ebene liegen, gewöhnlich ist jedoch die Anordnung so, daß die Oberflächen der verbundenen Hölzer auf einer Seite in eine Ebene fallen, d. h. bündig liegen.

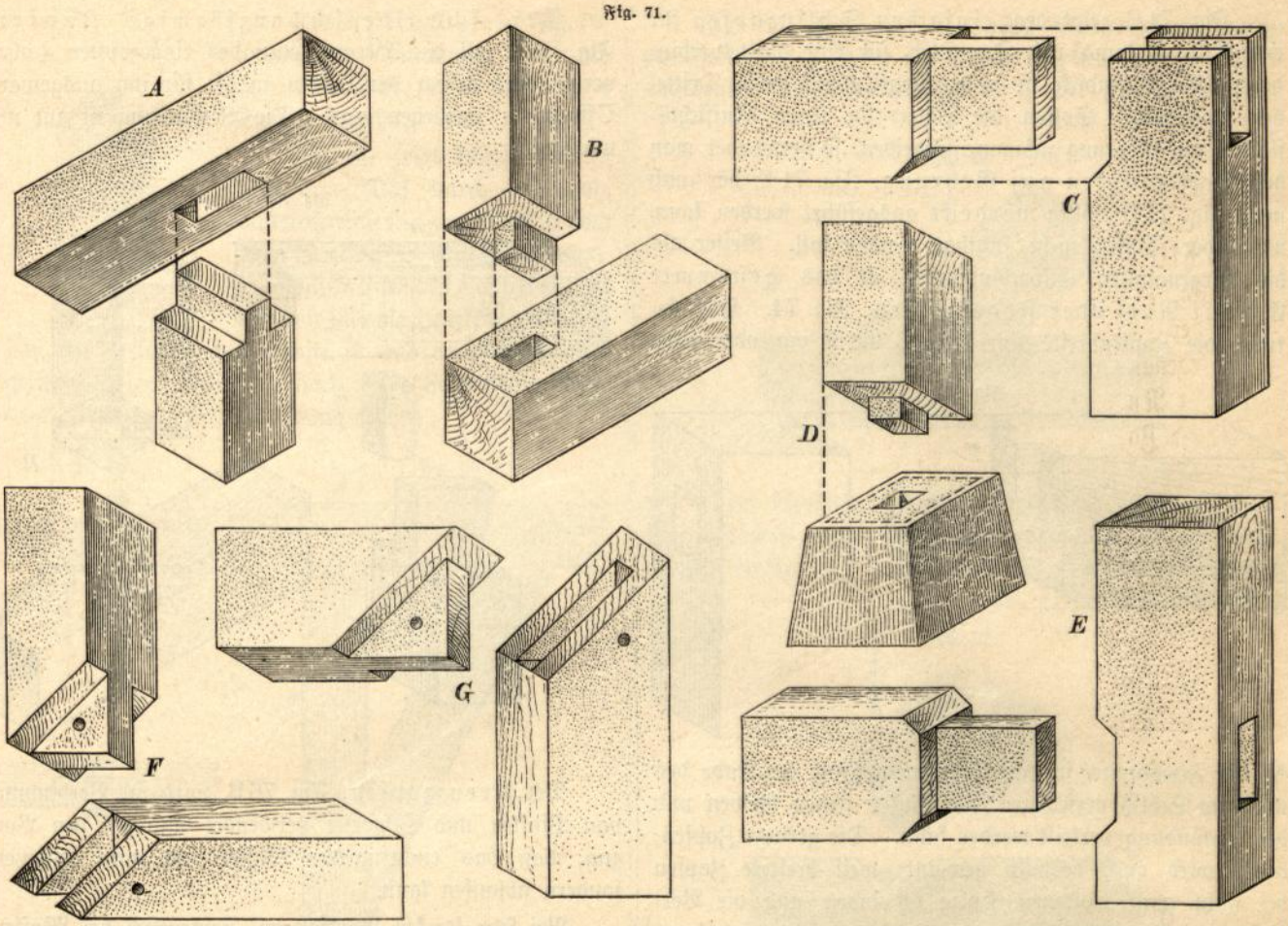
Die Verzapfungen kommen von allen Verbindungen am häufigsten vor, obgleich sie oft zweckmäßiger durch Überblattungen ersetzt werden können. Sie haben den Nachteil, daß sie schwer zu kontrollieren sind, und man nicht sehen kann, ob Zapfen und Zapfenloch gut ineinander passen; stehen die eingezapften Hölzer geneigt oder lotrecht, und liegen die, in welche sie eingezapft sind, wagrecht unter ihnen, so kann sich die an den Hölzern hinabziehende Feuchtigkeit in den Zapfenlöchern sammeln und zum Faulen der Hölzer Veranlassung geben. In solchen Fällen sollten deshalb die Zapfenlöcher an ihren tiefsten Stellen durchbohrt werden, damit das Wasser ablaufen, oder die Luft wenigstens besser in die Zapfenlöcher treten kann.

Fig. 71 A zeigt den einfachen geraden Zapfen; seine Länge beträgt $1/4$ bis $1/3$ der Stärke des mit dem Zapfenloche versehenen Holzes, und seine Breite gewöhnlich $1/3$ der Stärke des eingezapften Holzes. Die Verbindung wird meistens verbohrt, wobei darauf zu sehen ist, daß sich das Loch möglichst nahe an der Wurzel des Zapfens befindet, damit genügend Holz vor dem Nagel steht, um ein Ausreißen zu verhindern.

Fig. 71 B zeigt den geächselten oder zurückgesetzten Zapfen, der angewendet wird, wenn die Hölzer ein Eck bilden; der fehlende Teil des Zapfens bildet in seiner Grundfläche gewöhnlich ein Quadrat.

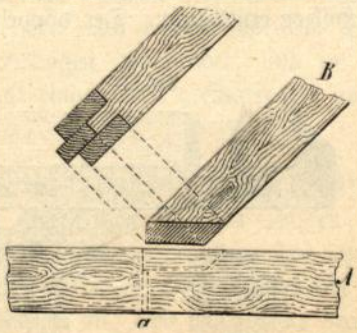
Allseitig zurückgesetzte quadratisch gestaltete Zapfen finden Anwendung bei lotrecht auf Steinpostamenten stehenden Pfosten, Fig. 71 D, bei Treppenantrittspfosten auf Steintritten und dergl. Überall, wo die Verbindung der Witterung ausgesetzt ist, ist die Konstruktion nicht empfehlenswert, da das eindringende Wasser die baldige Zerstörung des Holzes bewirkt; in solchen Fällen verdient ein sorgfältig eingesetzter eiserner Dübel den Vorzug.

Fig. 71.



Der schräge Zapfen, Fig. 72, kommt sehr vielfach zur Anwendung und ist einer von denen, bei welchen das Zapfenloch etwa bei a durchbohrt sein sollte, damit das

Fig. 72.

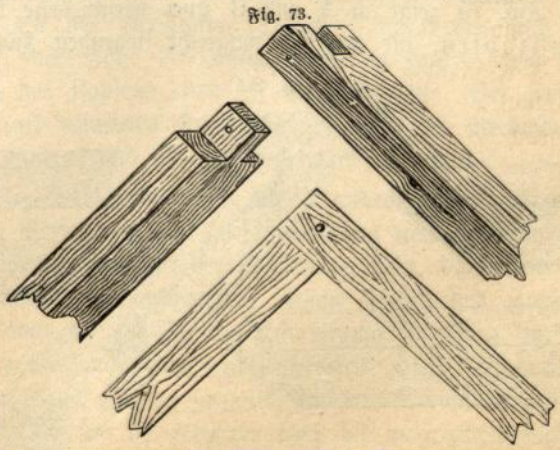


an dem eingezapften Holze B herablaufende Wasser entweder ablaufen oder doch schnell auftrocknen kann.

Der Scherzapfen, Fig. 73, ist ebenfalls eine Eckverbindung und hauptsächlich für die Verbindung der Dachsparren am First gebräuchlich. Die Verbindung wird stets verbohrt; der Zapfen erhält $^1/_3$ der Holzstärke.

Bei der Zusammenfügung dünnerer Hölzer, d. h. bei Dielen und Bohlen, also insbesondere bei den Tischlerkonstruktionen, findet der Scherzapfen, wo er dann den

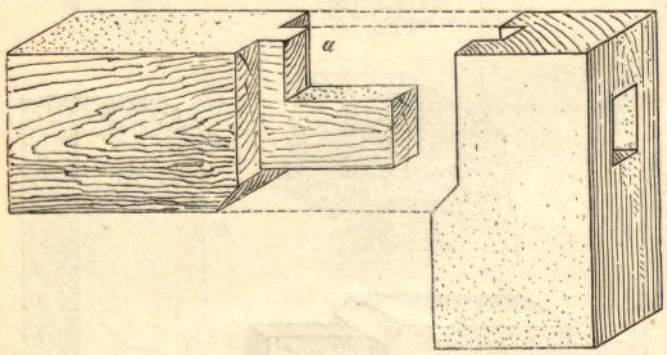
Fig. 73.



Namen Schlitzzapfen führt (da das Zapfenloch die Form eines Schlitzes annimmt), ausgedehnte Anwendung; die Rahmen aller gestemmten Arbeiten werden fast ausschließlich durch Schlitzzapfen miteinander verbunden und die Verbindung gut geleimt.

Fig. 71C zeigt den einfachen Schlitzzapfen für eine Eckverbindung und Fig. 71E für eine Mittelverbindung; die Zapfendicke ist in der Regel gleich einem Drittel der Holzstärke. Sollen die Hölzer in ihren Aufsichtsflächen auf Gehrung zusammenschneiden, so verwendet man den Schlitzzapfen auf Gehrung, Fig. 71F, der auch nach Fig. 71G völlig verdeckt ausgeführt werden kann, wenn der Zapfen nicht sichtbar werden soll. Besser als die vorgenannten Eckverbindungen ist das gestemmte Eck mit Nut- oder Federzapfen, Fig. 74. Hier beträgt die Zapfenbreite nur circa 6 bis 8 cm oder etwa

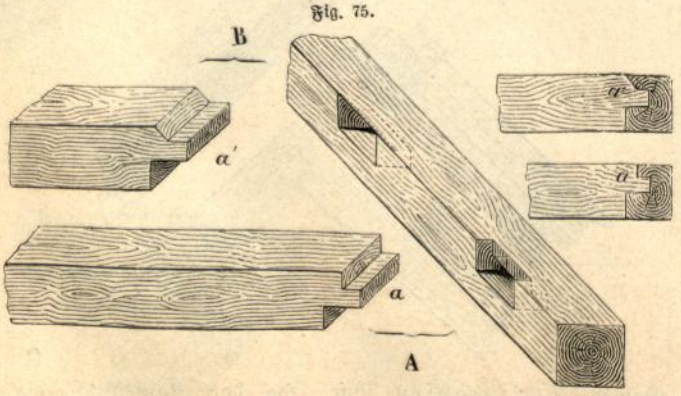
Fig. 74.



$^2/_3$ der Friesbreite, so daß noch etwas Holz am Ende des mit dem Schlitz versehenen Friesstückes stehen bleiben und die Verbindung verkeilt werden kann. Die geringe Zapfenbreite wird auch deshalb gewählt, weil breitere Zapfen bei nicht ganz trockenem Holze schwinden und die Verbindung infolgedessen locker werden kann. Zur Erhöhung der Festigkeit bleibt jedoch der Zapfen auf etwa 2 cm Länge in der ganzen Friesbreite stehen, und dieser Teil a heißt Nut- oder Federzapfen.

Fig. 75 zeigt in A und B zwei verschiedene Arten Brustzapfen, die nur bei wagrecht liegenden Hölzern,

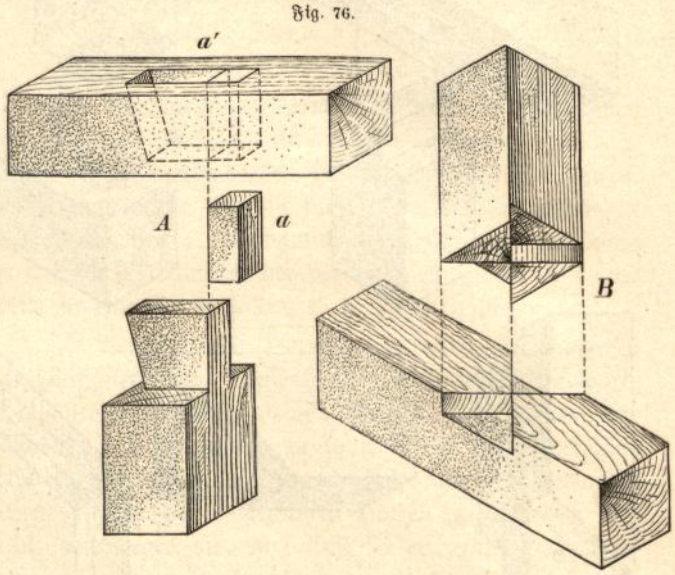
Fig. 75.



insbesondere bei Auswechselungen der Balkenlagen Anwendung finden, da das eingezapfte Holz mit seiner halben Stärke aufliegt und deshalb größere Lasten übertragen kann.

Der schwalbenschwanzförmige Zapfen, Fig. 76A, soll das Herausziehen des eingezapften Holzes verhindern, indem der Keil a in die für ihn ausgesparte Öffnung a' getrieben wird. Die Verbindung ist gut und wirksam.

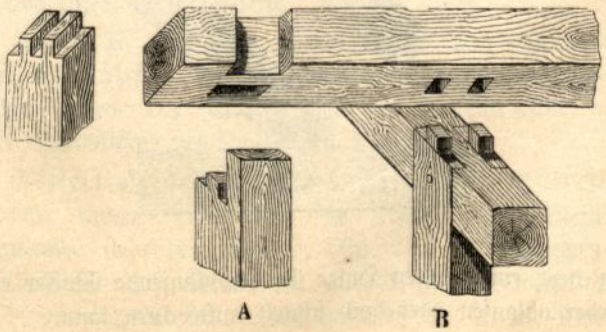
Fig. 76.



Der Kreuzzapfen, Fig. 76B, wird zur Verbindung von Pfosten und Schwelle verwendet und hat den Vorzug, daß das eindringende Wasser sich nicht festsetzen, sondern ablaufen kann.

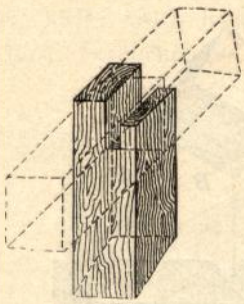
Bei sehr starken Bauhölzern, namentlich bei Wasserbauten, wendet man zuweilen den Doppelzapfen, Fig. 77, an, der aber vor dem einfachen (nur verhältnismäßig stärkeren Zapfen) kaum Vorteile haben dürfte. Sehr gut ist der einfache und der doppelte Blattzapfen, Fig. 78A und B, der eine kräftige Verbohrung oder Verbolzung der Hölzer ermöglicht. Der doppelte Blattzapfen

Fig. 77. Fig. 78.



kann mit Vorteil Anwendung finden, wenn zwei sich rechtwinkelig kreuzende, wagrecht liegende Hölzer durch einen Pfosten unterstützt werden sollen.

Fig. 79.



Der Seitenzapfen, Fig. 79, kommt zur Anwendung, wenn die zu verbindenden Hölzer auf keiner Seite bündig sind.

Fig. 80 zeigt den Grundzapfen. Das durch das Holz hindurchreichende Zapfenloch ist nach oben zu erweitert, und in den ebenfalls durchreichenden Zapfen werden ein paar schlanke Holzkeile getrieben, so daß die Verbindung eine feste ist und ein Abheben des wagrechten Holzes verhindert wird. Die Verbindung dürfte nur bei Grundbauten Anwendung finden.

Fig. 80.

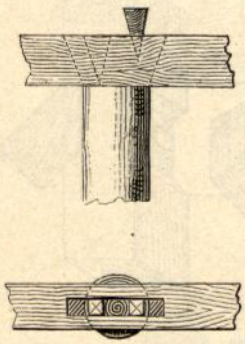
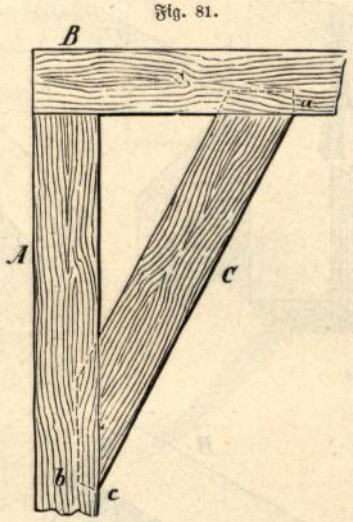


Fig. 81.



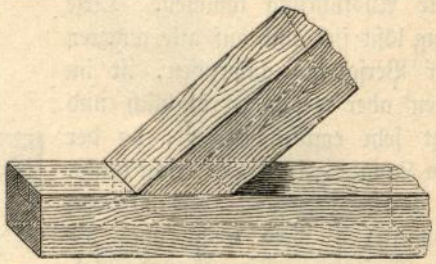
Soll mit zwei bereits fest verbundenen Hölzern A und B, Fig. 81, noch ein drittes C mit Zapfen verbunden werden, so erhält dieses an dem Ende a einen gewöhnlichen schrägen Zapfen und bei b einen sogenannten Jagdzapfen, der nach einem aus dem Punkte a beschriebenen Kreisbogen abgerundet, und in das Zapfenloch mit Gewalt eingetrieben („eingejagt") und dann verbohrt wird.

c) Die Versatzungen. (Das Anstirnen).

Bei zwei durch den schrägen Zapfen verbundenen Hölzern zerlegt sich eine in der Achse des schrägen Holzes wirkende Pressung P in eine lotrecht abwärts und in eine wagrecht wirkende Kraft, und die letztere beansprucht das wagrecht liegende Holz auf Abscherung, Fig. 82; es ist in der Verbindung das Bestreben vorhanden, das vor der Stirn des Zapfens befindliche, in Fig. 82 punktiert angegebene Stück Holz heraus zu drängen. Da die Festigkeit gegen Abscherung proportional der beanspruchten Fläche ist, so sucht man diese durch Versatzungen zu vergrößern.

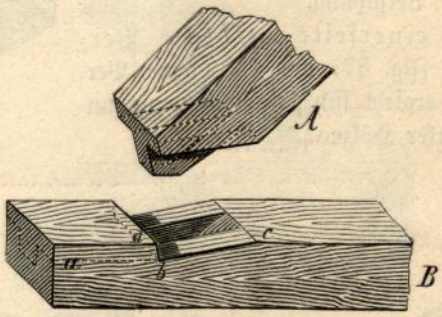
Fig. 83 zeigt eine einfache Versatzung; durch punktierte Linien ist die auf Abscherung beanspruchte Fläche angedeutet, die wesentlich größer ist als jene in Fig. 82,

Fig. 82.



so daß die Verbindung auch entsprechend größere Widerstandsfähigkeit besitzt. Der Zusammenschnitt der Hirnholzflächen erfolgt am besten nach der Halbierungslinie des

Fig. 83.



von beiden Hölzern gebildeten stumpfen Winkels, die Tiefe bd der Versatzung beträgt 3 bis 6 cm oder $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ der Höhe des ausgeschnittenen Holzes, und die Breite des Zapfens circa $\frac{1}{3}$ der Holzbreite. Bei großen und stark belasteten Konstruktionen wird die Verbindung durch Bolzen und Bänder noch weiter gesichert.

Fig. 84 A zeigt eine etwas andere Gestalt der einfachen Versatzung, die zur Anwendung kommt, wenn nur noch wenig Holz vor der Versatzung steht, da hierbei die auf Abscherung beanspruchte Fläche seitlich des Zapfens die Länge ab erhält; die Anordnung ist jedoch nur bei nicht zu kleinem Winkel α zu empfehlen. Diese Art der Versatzung findet sich vornehmlich bei den Verbindungen am Dachfuß, wenn die Sparren über die wagrechten Balken, mit denen sie fest verknüpft werden sollen, hinausreichen, Fig. 84 B; die Verbindung wird stets verbohrt.

Auch die einfache Versatzung, Fig. 84 C, verfolgt den Zweck, die vor der Versatzung stehende, auf Abscherung beanspruchte Fläche möglichst zu vergrößern.

Sollte durch das Zapfenloch eine zu starke Schwächung des Holzes herbeigeführt werden, wie dies z. B. bei Hängsäulen der Fall sein kann, so kann die Versatzung auch nach der in Fig. 84 D dargestellten Weise zur Ausführung kommen. Diese Anordnung läßt sich auch auf alle anderen Arten der Versatzung anwenden, ist im allgemeinen aber wenig gebräuchlich und auch nicht sehr empfehlenswert, da der Zapfen im Langholz steht und leicht bricht.

Bei starken Hölzern und kleinem Neigungswinkel α wird wohl auch die doppelte Versatzung, Fig. 85 und 86 A mit und ohne Zapfen verwendet, bei der aber, wenn sie recht wirksam sein soll, der Punkt a' tiefer als a liegen, und die Bearbeitung eine sehr genaue sein muß, was ohne weiteres einleuchtet. Fig. 86 B und 89 C geben noch andere Anordnungen der doppelten Versatzung.

Die einerseits verdeckte Versatzung, Fig. 87, mit oder ohne Verzapfung, ergiebt sich bei Verbindung ungleich starker Hölzer.

Fig. 84.

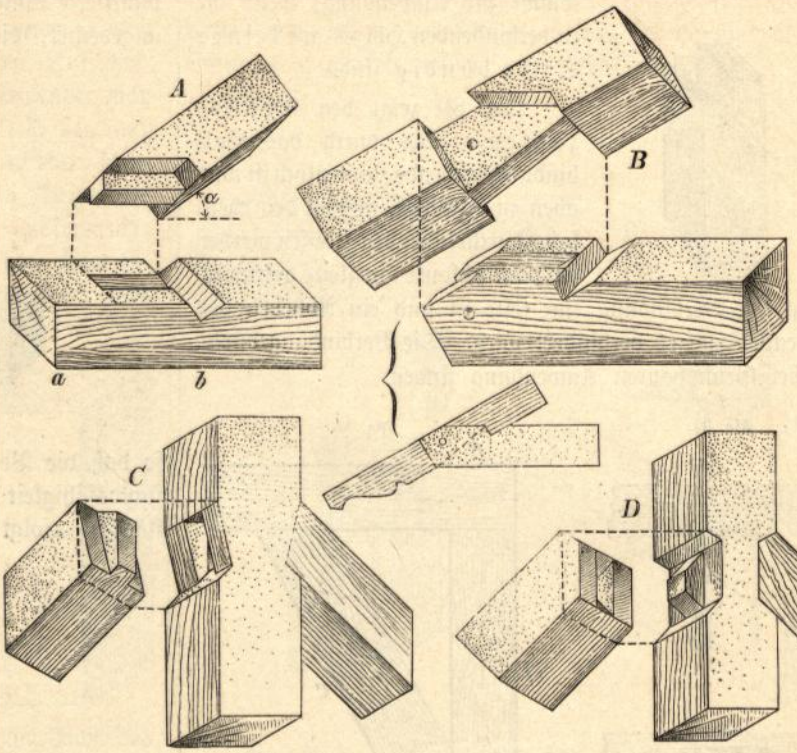
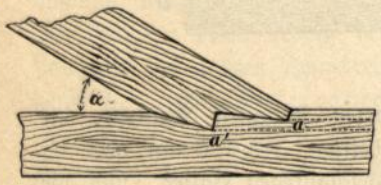
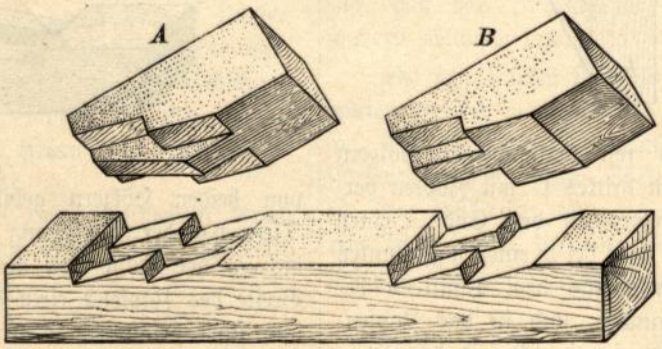


Fig. 86.

Fig. 87.

Fig. 85.





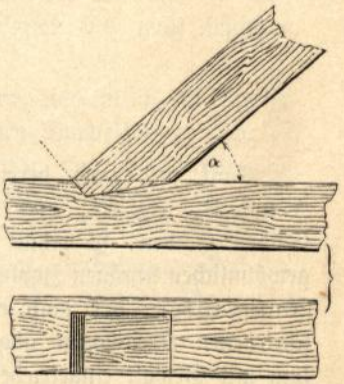
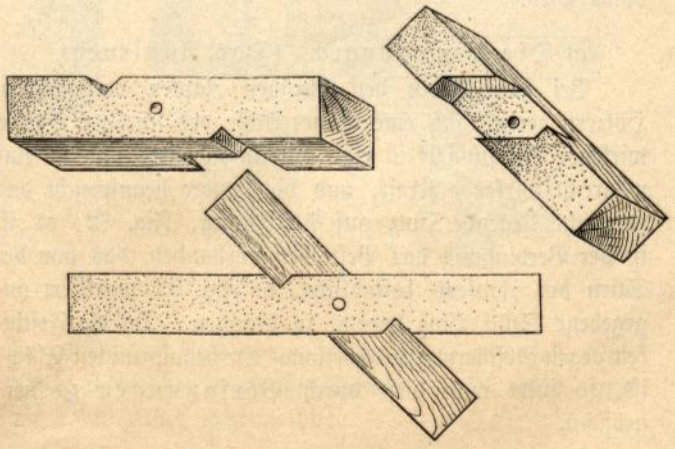


Fig. 88.

Bei allen Versatzungen, bei denen die Verzapfung fehlt, muß die Verbindung durch umgelegte Bänder oder Schraubenbolzen gegen seitliche Verschiebungen gesichert werden; derartige Sicherungen sind auch bei Anwendung von Zapfen dann nötig, wenn der Neigungswinkel α klein ist und die Befürchtung besteht, daß sich das eingesetzte Holz aus der Verbindung lösen könnte.

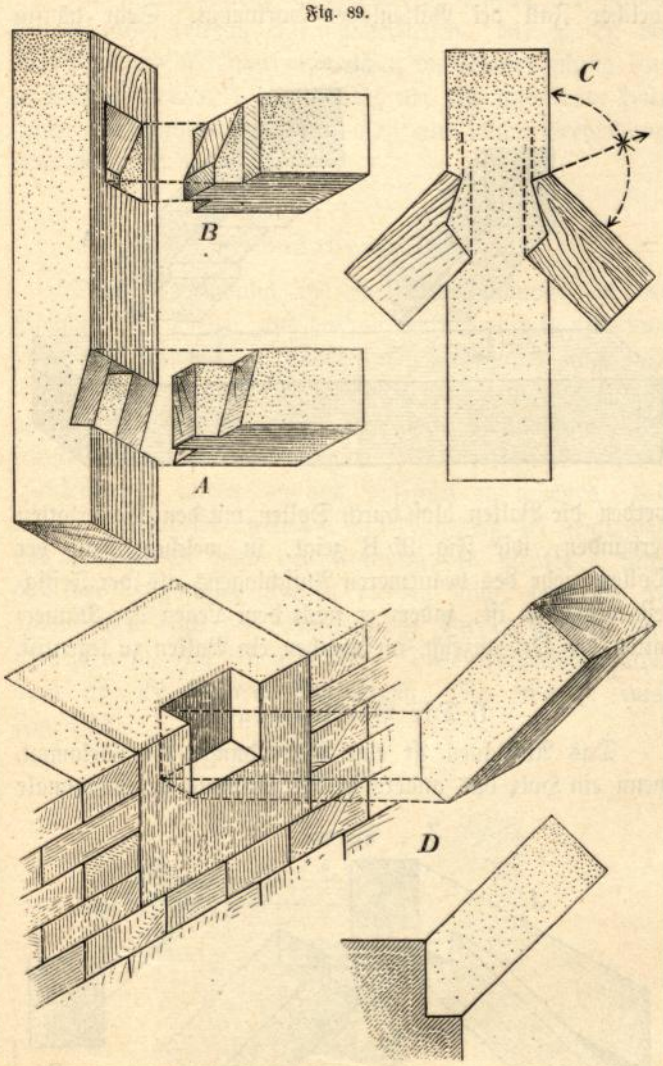
Versatzung mit Überblattung, Fig. 88, ist eine sehr gute aber etwas gekünstelte Verbindung, und kommt nur selten zur Anwendung.

Die Verbindung zwischen Thürriegel und Pfosten bei Fachwerkswänden erfolgt ebenfalls gewöhnlich durch Versatzung mit Zapfen in der in Fig. 89 A dargestellten



Art, oder auch durch beiderseits verdeckte Versatzung nach Fig. 89 B, welch' letztere jedoch den Nachteil aller verdeckten Verbindungen teilt und wenig verwendet wird.

Fig. 89.



Die Mauerversatzung, Fig. 89 D, erfordert zur soliden Ausführung einen entsprechend ausgearbeiteten Werkstein; doch kann auch ein Winkeleisen, das sorgfältig angebracht ist, zur Aufnahme des Holzes dienen.

d) Die Verkämmungen.

Die Verkämmungen bezwecken, zwei sich kreuzende Hölzer, deren Oberflächen nicht in einer Ebene liegen (nicht bündig sind), unverschiebbar miteinander zu verbinden. Dabei können beide Hölzer, oder nur eines oder gar keines, über den Kreuzungspunkt hinausreichen (+, ⊤ und ⌜ Verbindung). Bei den Verbindungen in + Form, wo beide Hölzer den Kreuzungspunkt überschneiden, ist die Form der Verkämmung ziemlich gleichgiltig; die am meisten gebräuchlichen sind in Fig. 90, gerade Verkämmung, und in Fig. 91, Kreuzverkämmung, dargestellt.

Fig. 90.

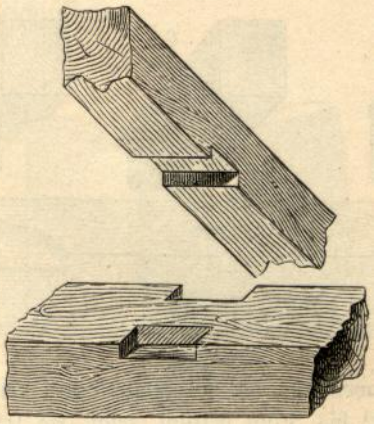


Fig. 91.

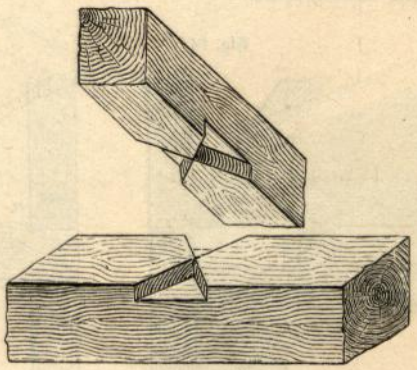
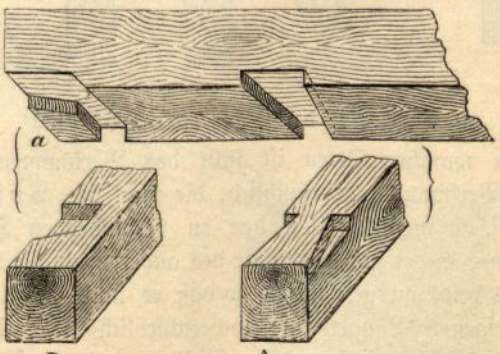


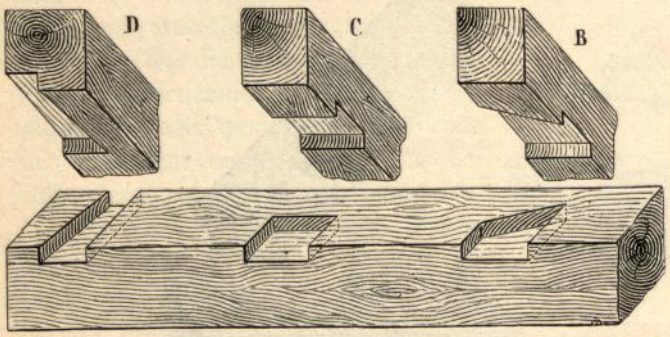
Fig. 92.



Endverkämmungen, bei denen nur eines der Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht, sind in Fig. 92 bei A, und in Fig. 93 bei B und C dargestellt. Die mit B und C bezeichneten sind gebräuchlicher, stehen aber der schwalbenschwanzförmigen Verkämmung A nach, weil bei dieser der Kamm im Zusammenhange mit dem übrigen Holze bleibt, wodurch er einem Zuge wirksamer widersteht, als die hakenförmigen Kämme B und C, die leicht abspringen.

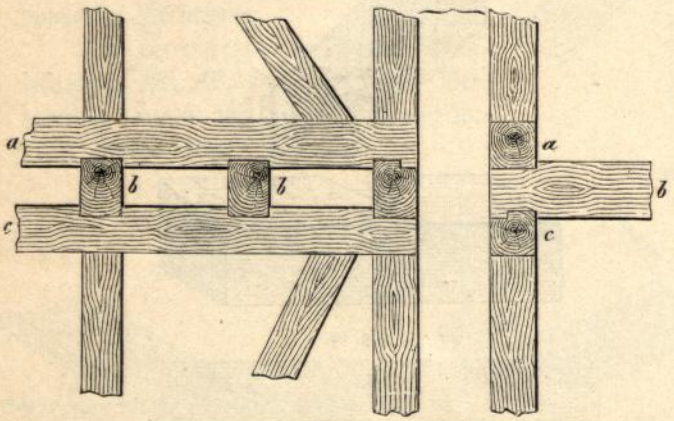
Fig. 92 und 93 zeigen bei E und D Eckverkämmungen, von denen die letztere vorzuziehen ist, da bei E der kleine isolierte Kamm a leicht abspringt.

Fig. 93.



Die Anwendung der Verkämmungen, deren Tiefe im allgemeinen 2 bis 3 cm beträgt, zeigt Fig. 94 in der Ansicht und dem Durchschnitt.

Fig. 94.

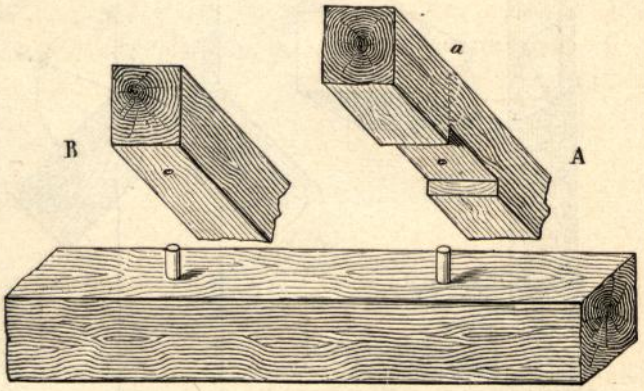


e) Das Aufdollen. (Verdollen.)

An manchen Orten ist statt des Verkämmens eine andere Verbindung gebräuchlich, die man das Auf- oder Verdollen nennt. Von den zu verbindenden Hölzern wird eines in der ganzen Breite des anderen um die Kammtiefe (24 mm) ausgeschnitten, so daß es nach der Richtung seiner eigenen Längenachse unverschieblich ist. Um die Unverschieblichkeit auch nach der Richtung des anderen Holzstückes zu sichern, bekommt dieses nach Fig. 95 A einen 24 bis 30 mm starken hölzernen Nagel, gewöhnlich von Eichenholz, den eigentlichen Dollen, welcher in ein in das ausgeschnittene Holz gebohrtes Loch eingreift. Die Verbindung ist, wenn sie einmal bewerkstelligt ist, gut und dem Zwecke entsprechend, und kann noch auf den Vorteil Anspruch machen, daß ein geringes Heben oder Werfen der Hölzer dieselbe nicht so leicht gefährdet, wie bei den Verkämmungen, da diese, um die Hölzer nicht zu schwächen, nur wenig Tiefe haben. Einer größeren Gewalt kann der Dollen aber nicht widerstehen.

In Fig. 95 A geht das Holz über den Kreuzungspunkt hinaus; es kann dasselbe aber auch bei a enden, welcher Fall bei Balkenlagen vorkommt. Sehr häufig

Fig. 95.

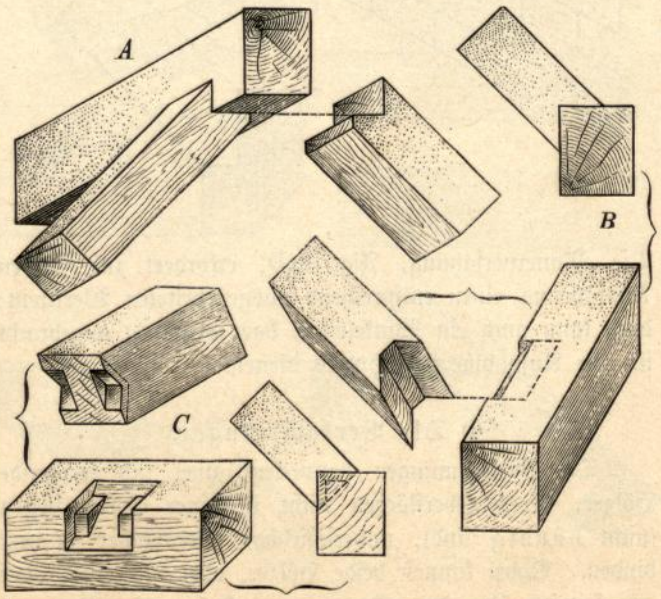


werden die Balken bloß durch Dollen mit den Mauerlatten verbunden, wie Fig. 95 B zeigt, in welchem Fall der Dollen mehr des bequemeren Aufschlagens als der Festigkeit wegen da ist, indem er nach dem Legen der Mauerlatten den Ort anzeigt, an welchen ein Balken zu legen ist.

f) Die Verklauungen.

Das Aufklauen ist eine Verbindung, die vorkommt, wenn ein Holz das andere in der Richtung der Diagonale

Fig. 96.



des Querschnittes trifft, Fig. 96 A und B. Den gabelförmigen Ausschnitt nennt man „Klaue“, auch „Geisfuß“. Vielfach werden die spitzen Kanten der Klaue gebrochen

und es werden auch beide Teile der Klaue wohl noch durch einen stehenbleibenden Steg miteinander verbunden, Fig. 96 C.

In allen Fällen, in denen die Achsen der beiden Hölzer nicht lotrecht aufeinanderstehen, wie z. B. bei Schiftern und Kehlsparren, müssen die Klauen schräg eingeschnitten werden, s. Kap. VIII; um das anfallende Holz gegen Verschieben zu sichern, muß eine solche Verbindung genagelt werden.

g) Das Verzinken.

Diese Verbindung ist eine Eckverbindung, die bei Brettern und Dielen, und deshalb vornehmlich in der Bauschreinerei Anwendung findet und gewöhnlich noch verleimt wird; doch giebt eine sorgfältig hergestellte Verzinkung auch ohne Leim schon eine sehr feste Verbindung. Die schwalbenschwanzförmigen Zähne, Fig. 97 und 98, (Zinken) sind immer an das Holzstück zu arbeiten, das keinem Seitendruck ausgesetzt ist; denn Fig. 97 zeigt, daß das Holzstück A nach der Richtung des Pfeiles a nicht aus der Verzinkung gerissen werden kann, wogegen ein Ausweichen nach der Richtung des Pfeiles b nicht verhindert wird, Fig. 97 und 98[a]. Diese Verzinkung findet auch bei Blockbauten Anwendung, Fig. 98[b] (s. auch Fig. 213).

Fig. 97.

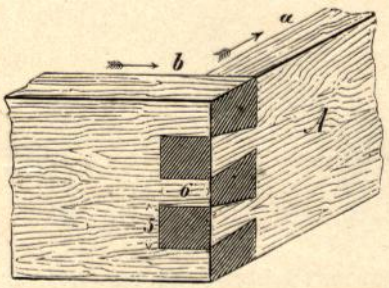
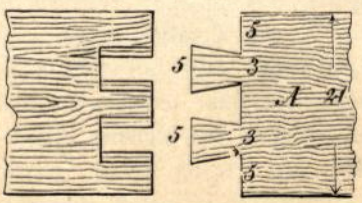


Fig. 98.



Die Verbindung wird zur Herstellung kastenartiger Konstruktionen verwendet, wobei die verzinkten Bretter oben oder unten durch einen Deckel oder Boden gefaßt und fest verbunden werden; führt man in diesen Fällen die Verzinkung nach Fig. 99[1]) aus, wobei die Zähne der beiden Bretter nicht keilförmig, sondern von parallelen Linien begrenzt, aber in ihrer Richtung gegen die Brettkante schräggestellt sind, so wird ein Herausziehen für beide Bretter ausgeschlossen.

Fig. 98a.

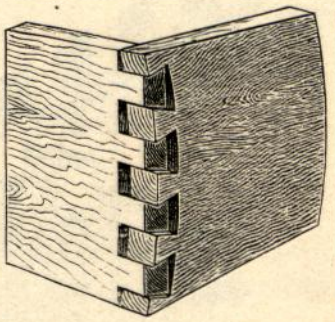


Fig. 98b.

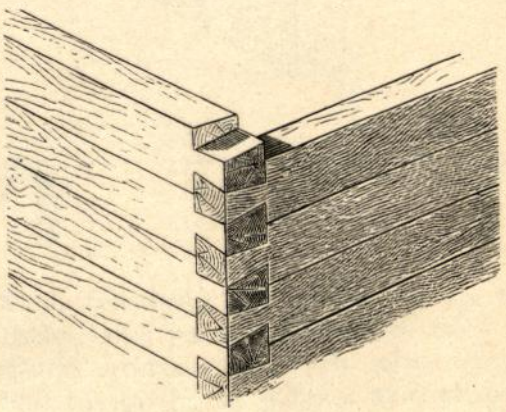


Fig. 99.

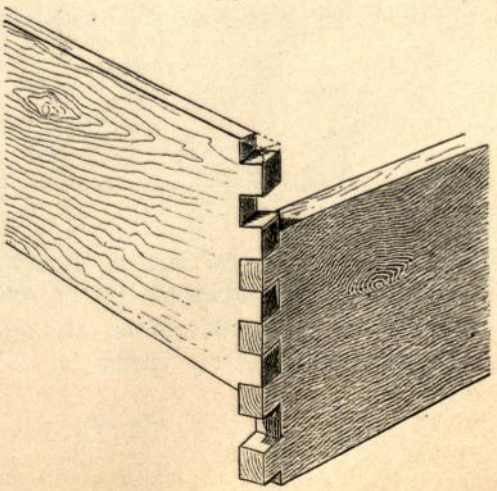


Fig. 100 zeigt die sogenannte versetzte Verzinkung, die vor der gewöhnlichen keinen besonderen

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1884, S. 317.

Vorzug hat. Bei der verdeckten Verzinkung, Fig. 101 A, wird das Hirnholz der Zinken einseitig verdeckt, wogegen bei der Verzinkung auf Gehrung auf keiner der Ansichtsflächen die Zinken sichtbar werden, Fig. 101 B.

Fig. 100.

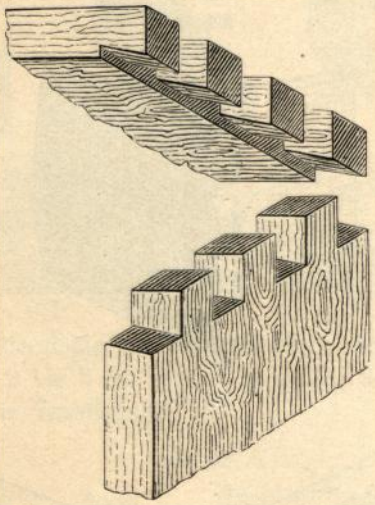
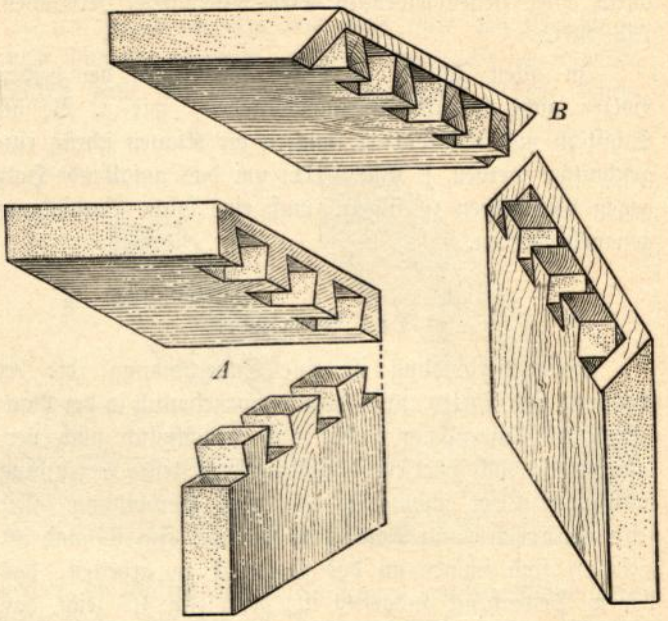


Fig. 101.



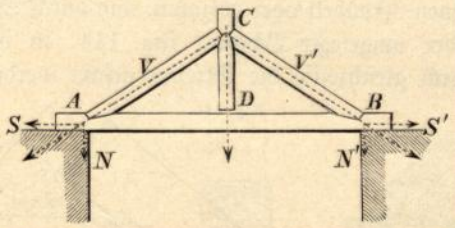
Drittes Kapitel.

Die Hängewerke.

§ 1.

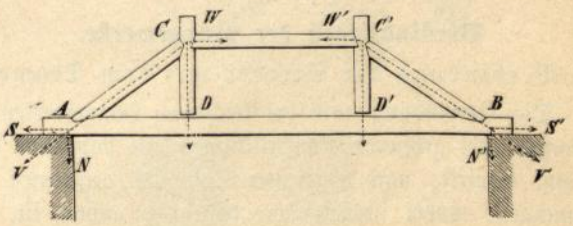
Häufig müssen weitgespannte oder stark belastete, nur an den beiden Endpunkten unterstützte Balken zur Erreichung genügender Tragfähigkeit an einem oder an mehreren Zwischenpunkten durch oberhalb angebrachte Unterstützungen gefaßt, d. h. aufgehängt werden, derart, daß die Lasten auf die unterstützten Endpunkte des Balkens übertragen werden. Derartige bei Dachwerken und Wänden vorkommende Konstruktionen heißen Hängewerke. Die einfachste Form ist in Fig. 102 dargestellt. Dieses einfache Hängewerk, auch einfacher Hängebock genannt, besteht aus dem Träger oder Tramen AB, der

Fig. 102.



Hängesäule CD, und den beiden Streben AC und BC, welche die durch die Hängesäule aufgenommene Balkenlast auf die Balkenenden A und B übertragen. Diese in den Strebenachsen wirkenden Spannungen zerlegen sich in lotrecht abwärts wirkende Lasten N und N′ und in wagrecht wirkende, den Balken auf Zug beanspruchende Kräfte S und S′. Die Verbindungen müssen den Beanspruchungen entsprechend richtig gewählt und sorgfältig ausgeführt, und soweit erforderlich durch Bolzen und Bänder gesichert werden. Reicht eine einmalige Unterstützung des Balkens zwischen seinen Endpunkten nicht aus, so können deren zwei nach Fig. 103 angeordnet werden, wodurch sich der doppelte Hängebock bildet. Dieser besteht aus dem Haupttramen AB, den beiden Hängesäulen CD und C′D′, den beiden Streben AC und BC′ und dem Spann- oder Brustriegel CC′, der die Hängesäulen an den Anfallspunkten der Streben zu verspannen hat, um sie in der Schwebe zu erhalten.

Fig. 103.



Durch Verbindung des einfachen und des doppelten Hängebockes lassen sich die größeren mit mehr als zwei Hängesäulen versehenen Hängewerke zusammensetzen, und umgekehrt werden sich die größeren Konstruktionen dieser Art wieder in den einfachen und den doppelten Hängebock zerlegen lassen. Fig. 104 zeigt ein Hängewerk mit drei

Fig. 104.

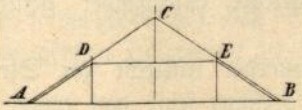
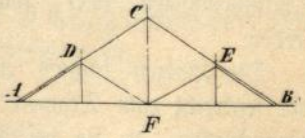


Fig. 105.



Hängesäulen, bei dem der einfache Hängebock ABC den doppelten ADEB umschließt. Wird der Spannriegel DE nach Fig. 105 in die beiden Streben DF und EF verwandelt, so entsteht ein Hängewerk aus drei einfachen

Fig. 106.

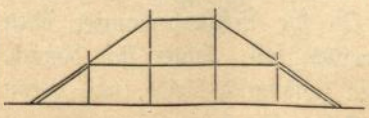
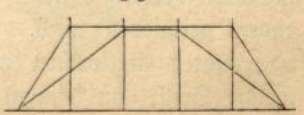


Fig. 107.

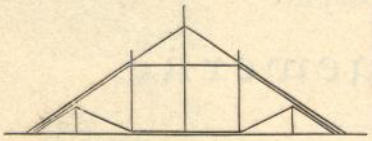


Hängeböcken, bei dem die beiden Hauptstreben AC und BC wesentlich größere Beanspruchungen erfahren, als bei der

Konstruktion Fig. 104. Fig. 106 giebt ein Hängewerk mit vier Hängesäulen, aus zwei übereinander gestellten doppelten Hängeböcken bestehend, und Fig. 107 eine Abänderung, bei der die sämtlichen Hängesäulen gleich lang werden. Fig. 108 und 109 zeigen Konstruktionen mit fünf Hängesäulen, und zwar ist in Fig. 109 der lange Spannriegel vermieden, eine Abänderung, die sich auch bei Fig. 106 anwenden läßt. Diese letztere Anordnung ge-

Fig. 108.

Fig. 109.



währt den Vorteil, daß der Haupttramen mit Hilfe des auf ihm liegenden Spannriegels einfacher und sicherer gestoßen werden kann.

§ 2.

Verbindungen der Hängewerke.

a) Verbindung der Streben mit dem Tramen.

Die Verbindung wird bei leichteren Hängewerken mit einfacher, bei größeren Konstruktionen mit doppelter Versatzung bewirkt, nach einer der Seite 30 gegebenen Anordnungen, wobei insbesondere darauf zu achten ist, daß vor der Versatzung am Ende des Haupttramens genügend Holz stehen bleibt, um die durch den Strebenschub hervorgerufene Abscherungsbeanspruchung aufzunehmen. Bei flachliegenden Streben (Winkel $\alpha \angle 30°$) und bei geringer Tiefe der Versatzung, und insbesondere dann, wenn die Streben nahe am Ende des Tramens anfallen, so daß verhältnismäßig wenig Holz vor der Versatzung steht und ein Abscheren eintreten könnte, muß die Verbindung durch Schraubenbolzen oder umgelegte Eisenbänder gesichert werden.

Die Bolzen können entweder senkrecht zur Strebe oder senkrecht zum Tramen gerichtet sein; das erstere ist gebräuchlicher, da sie bei dieser Anordnung weniger auf Biegung und mehr auf Zug beansprucht werden; aber in beiden Fällen muß entweder durch passende Einschnitte, wie bei a, Fig. 110, oder durch untergelegte keilförmige Eisen, wie bei b, Fig. 110, Sorge getragen werden, daß Kopf und Mutter des Bolzens senkrecht zu dessen Achse gerichtet werden können, so daß ein Abbiegen der Bolzenenden vermieden wird. Ob die Schraubenmutter oben oder unten angeordnet werden soll, richtet sich danach, welche Stelle am leichtesten zugänglich bleibt, um, wenn nötig, ein Nachziehen der Schrauben vorzunehmen.

Trifft der Fuß der Strebe den Tramen nicht mehr über seiner Unterstützung, Fig. 111, so daß eine ungünstige Durchbiegung des Balkens zu befürchten ist, oder würde durch Zapfen und Versatzung eine unzulässige Verschwächung

Fig. 110.

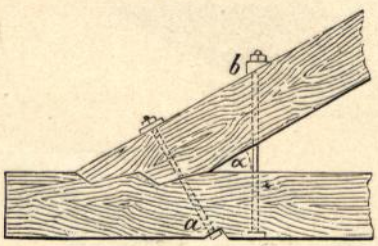
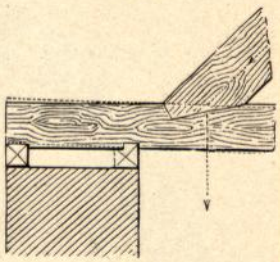


Fig. 111.



des Tramens herbeigeführt, was z. B. bei Anordnung von Doppelstreben eintreten kann, so legt man wohl entweder einen Schuh auf den Tramen, Fig. 112, oder ein Sattelholz unter den Tramen, Fig. 113. Schuh und

Fig. 112.

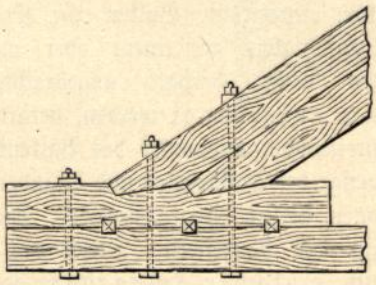
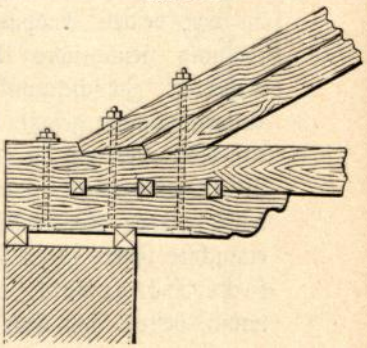
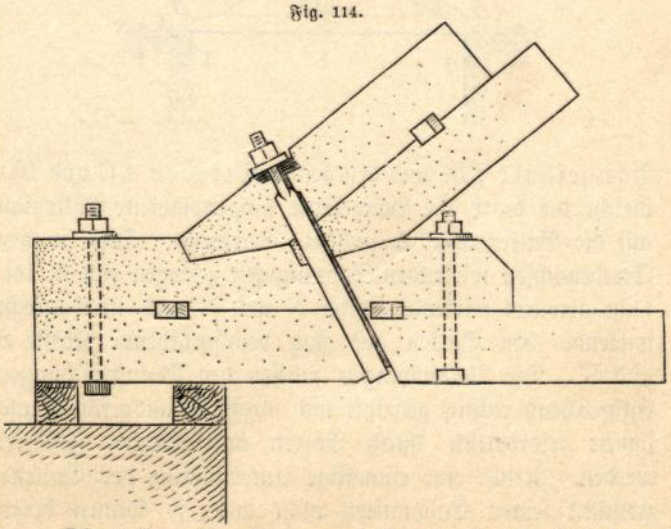


Fig. 113.



Sattel werden am besten aus Eichenholz gefertigt, mit dem Tramen verdübelt oder verzahnt, und durch Schraubenbolzen oder umgelegte Bänder, Fig. 114, so verbunden, daß dadurch gleichzeitig die Streben gefaßt werden.

Fig. 114.

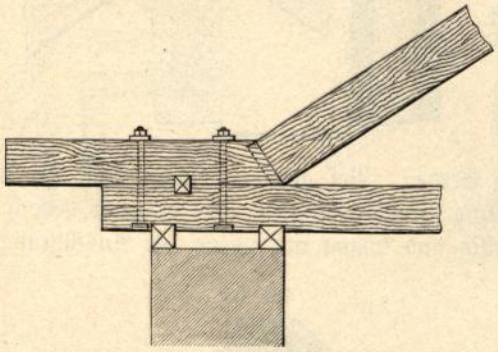


Die beiden Anordnungen haben somit den Zweck, zu große Schwächung des Tramens zu verhindern und dessen Biegsamkeit zu verringern; sie finden sich jedoch bei Hochbaukonstruktionen nur wenig, da es sich hier selten um so

bedeutende Pressungen handelt, daß derartige Verstärkungen erforderlich werden.

Bei Dachkonstruktionen kommt es wohl vor, daß zur Anbringung eines weitausladenden Holzgesimses lange Tramen erforderlich werden; zur Vermeidung solcher kann man die in Fig. 115 dargestellte Anordnung treffen, die

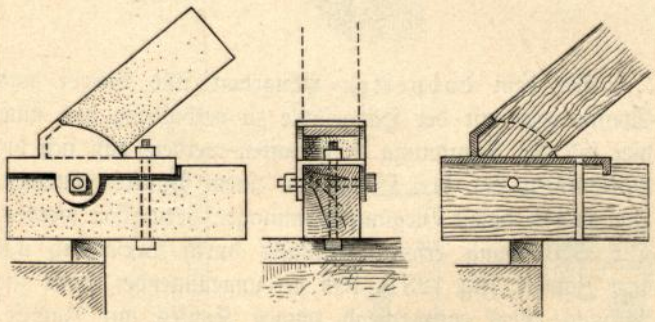
Fig. 115.



zugleich den Vorteil bietet, daß die Strebe mit Hirnholz auf Hirnholz steht; seitliches Ausweichen wird durch einen kurzen Schlitzzapfen verhindert.

Liegt der Anfallspunkt der Strebe nahe am Ende des Tramens, so daß nicht mehr genügend Holz vor der Versatzung stehen bleibt, so müssen entsprechend gestaltete gußeiserne Schuhe zur Verwendung kommen, die durch Schraubenbolzen sorgfältig mit dem Tramen zu verbinden sind, Fig. 116.

Fig. 116.



b) Verbindung der Strebe mit der Hängesäule.

Die Verbindung beruht auf denselben Grundsätzen wie die vorige, und wird durch die einfache oder die doppelte Versatzung bewirkt, nur muß zur Bestimmung der Entfernung der Versatzung von dem Ende der Hängesäule nicht der Horizontalschub, sondern die in der Hängesäule wirkende Spannung in Rechnung gestellt werden. Die Streben werden dagegen mit einer Kraft, gleich der Größe des Horizontalschubes, auf Zusammenpressung der Hängesäule wirken, und da dies senkrecht zur Faserrichtung erfolgt, in der ohnehin schon durch das Schwinden und Zusammentrocknen des Holzes eine Verringerung der Abmessungen erfolgt, und außerdem die Druckfestigkeit des Holzes senkrecht zur Faserrichtung nur ungefähr halb so groß ist, wie in der Richtung der Fasern, so erfordert dieser Umstand alle Aufmerksamkeit; man macht deshalb in wichtigen Fällen die Hängesäulen doppelt, um zwischen diesen die beiden Streben mit Hirnholz gegeneinander zu stemmen.

Fig. 117 und 118 zeigen die üblichen Versatzungen bei einfachen Hängesäulen (s. auch Fig. 84); die Anordnung

Fig. 117.

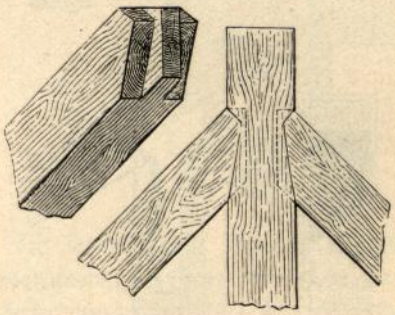
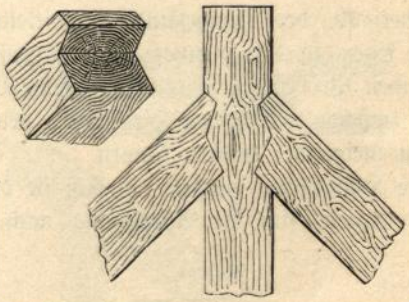
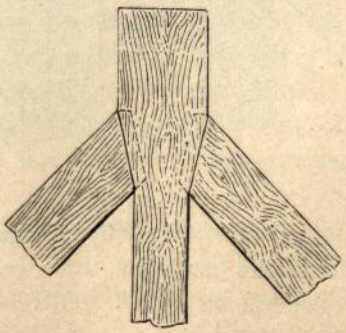


Fig. 118.



nach Fig. 119 läßt sich mit Vorteil anwenden, wenn das zur Hängesäule bestimmte Holz schon im rohen Zustande eine solche Form hat, daß die in der Zeichnung dargestellte ohne großen Holzverlust zu erreichen ist.

Fig. 119.



Ist oberhalb der Versatzung nicht so viel Raum vorhanden, um einen entsprechend langen Kopf an der Hängesäule stehen zu lassen, so muß die Verbindung mit

Zuhilfenahme von Eisen erfolgen. Fig. 120 und 121 zeigen solche Anordnungen, von denen die Kappe in Fig. 121 schon deshalb den Vorzug verdient, weil sie erlaubt, die

Fig. 120.

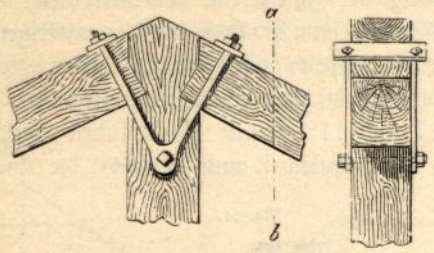
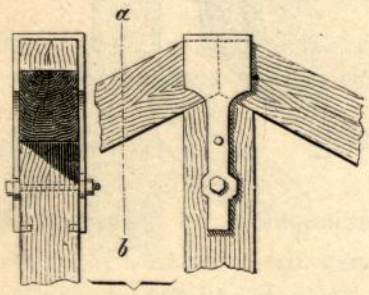


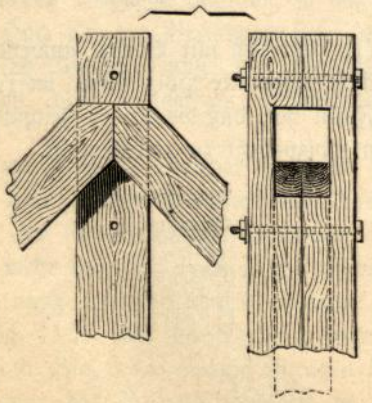
Fig. 121.



Streben oberhalb der Hängesäulen unmittelbar gegeneinander zu setzen, so daß Hirnholz gegen Hirnholz preßt; bei bedeutenden Pressungen wird eine dünne Eisen- oder Blechplatte zwischen die beiden Hirnflächen gelegt, damit sie sich nicht ineinander drücken können.

Ist die Hängesäule doppelt, so daß sie die Streben umfaßt, so ergiebt sich die Anordnung nach Fig. 122,

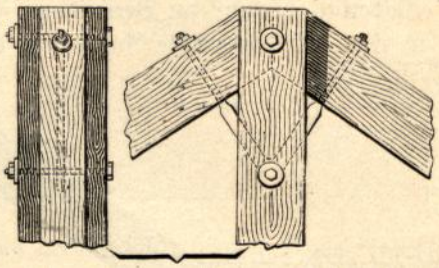
Fig. 122.



wenn für den Kopf der Hängesäule genügend Holz vorhanden ist, andernfalls nach Fig. 123, bei welcher der eiserne Winkel zwischen die beiden Hölzer der Hängesäule eingelassen wird.

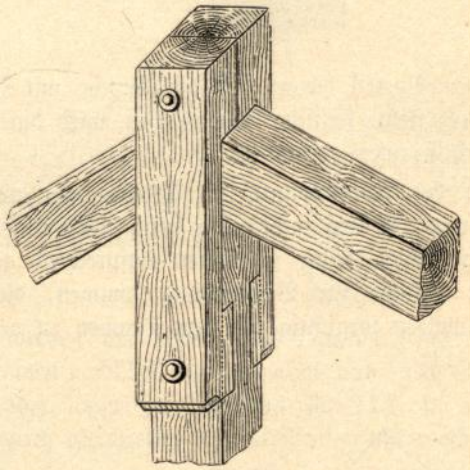
Den Vorteil, den doppelte Hängesäulen für die Verbindung gewähren, kann man auch bei einfachen Hängesäulen erreichen, wenn man nach Fig. 124 diese unter den stumpf zusammenstoßenden Streben aufhören läßt und beiderseits Laschen anbringt, die, aus Eichenholz gefertigt, mit der Hängesäule hakenblattartig verzahnt und sorgfältig

Fig. 123.



verbolzt werden. Bei genauer Ausführung gewährt die Verbindung große Festigkeit, sie erscheint jedoch etwas schwerfällig und kommt nur wenig zur Ausführung.

Fig 124.



Bei dem doppelten Hängebock sind Strebe und Spannriegel mit der Hängesäule zu verbinden, und auch hier soll die Anordnung so getroffen werden, daß sich die Mittellinien der drei Hölzer in einem Punkte schneiden, Fig. 128 B, damit Biegungsspannungen vermieden werden. Die Verbindung erfolgt ebenfalls durch Versatzung mit dem Zapfen, Fig. 128 B, und bei ungenügender Höhe zur Bildung eines entsprechend langen Kopfes mit Zuhilfenahme eiserner Winkel, Fig. 125, oder eiserner Kappen, Fig. 126, die sorgfältig mit den Hölzern verbolzt werden.

Bei doppelter Hängesäule gestaltet sich die Verbindung nach Fig. 128 A.

Sind in einem Hängewerke ein doppelter und ein einfacher Hängebock übereinander angebracht, Fig. 104, so empfiehlt sich die Anwendung von doppelten Hängesäulen, damit der Spannriegel des doppelten Hängebockes ungehindert durchgeführt werden kann. Die Hängesäulen können auch einfach genommen werden, etwa nach Fig. 127, oder mit Anordnung von beiderseitigen Laschen nach der

in Fig. 128 A und C gegebenen Konstruktionsweise. Die doppelten Streben werden durch Verschränkung, oder einfacher und völlig genügend, durch Verdübelung nach Fig. 127 miteinander verbunden, um ein Gleiten der Hölzer unabhängig voneinander zu verhindern.

Ist die vom Hängewerk aufzunehmende Last nicht sehr bedeutend, so kann man von einer Verdoppelung der Strebe absehen, und bei einfacher Hängesäule den Spannriegel nach Fig. 129 als Doppelzange ausbilden; diese wird mit der Strebe und der Hängesäule sorgfältig verbolzt, und die letztere noch mit der Strebe durch ein schwalbenschwanzförmiges Blatt verbunden, so daß sich in A B C ein festes unverschiebliches Dreieck bildet, das zur Versteifung der ganzen Konstruktion wesentlich beiträgt;

Fig. 125.

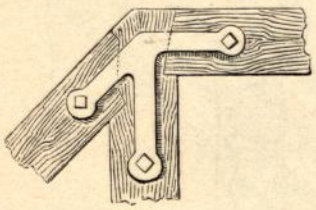


Fig. 126.

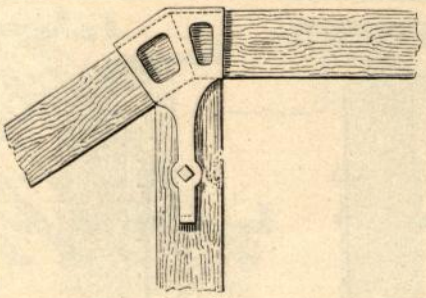


Fig. 127.

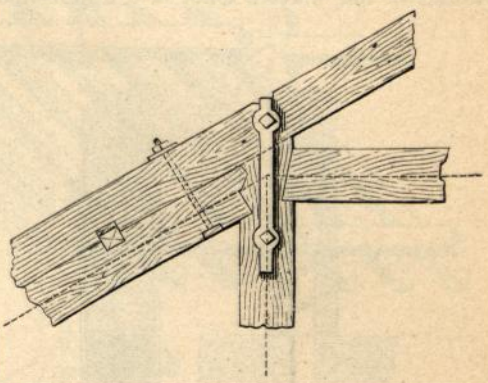


Fig. 128.

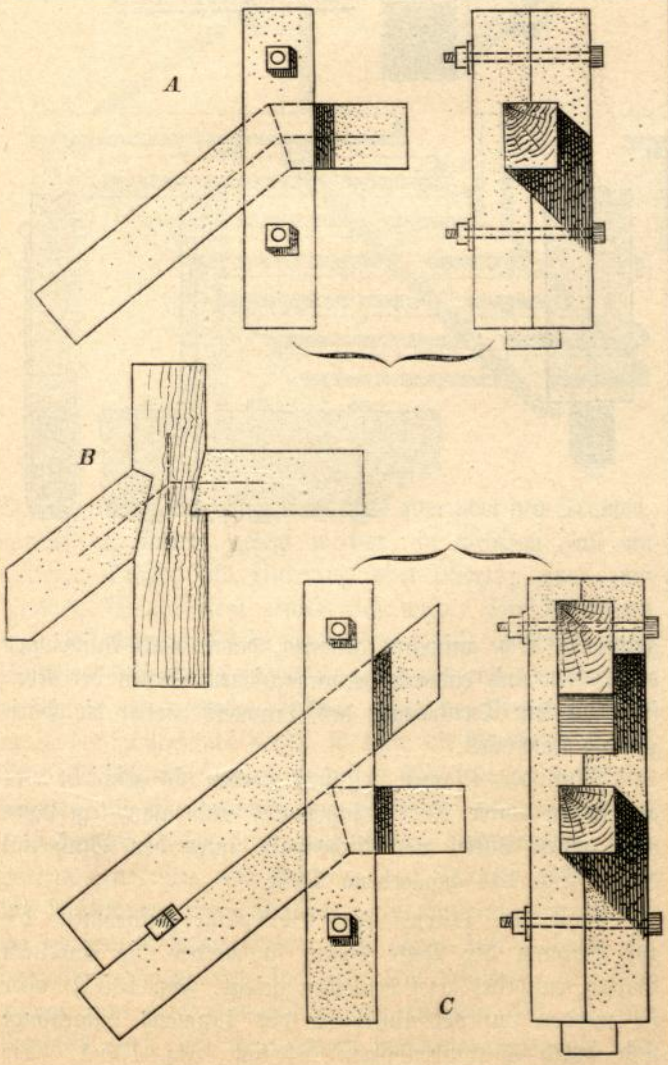
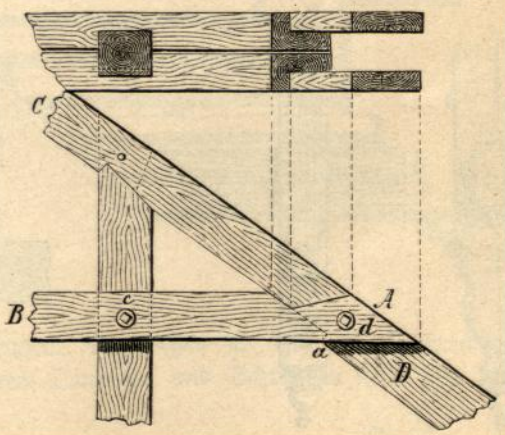


Fig. 129.



die Entfernung der Bolzen c und d darf jedoch nicht groß werden (nicht wohl über 1 m), damit keine nachteiligen Biegungen in der Zange auftreten können. Ist noch eine mittlere Hängesäule vorhanden, so muß auch diese wegen des doppelten Spannriegels einfach genommen werden.

c) Verbindung der Hängesäulen mit dem Haupttramen.

Die gewöhnliche Befestigung erfolgt durch sogenannte Hängeeisen, Fig. 130, die aus Schmiedeisen gefertigt und durch Krampen, Schraubenbolzen und Nägel befestigt werden. Es ist zweckmäßig, das Eisen nicht scharf rechtwinkelig abzubiegen, um Risse und Sprünge in demselben

zu vermeiden, und es müssen deshalb die Kanten des Balkens an den betreffenden Stellen etwas abgerundet werden.

Ein solches Hängeeisen gestattet nach der Befestigung kein „Nachziehen“, weshalb man besser die Verbindung nach Fig. 131 anordnet, bei der die beiden seitlich liegenden Flacheisen am unteren Ende in Schraubenbolzen auslaufen lassen, und durch Unterlagscheibe und Schraubenmutter die Verbindung bewirken.

Zwischen Hängesäule und Tramen soll stets ein kleiner Zwischenraum verbleiben, damit bei einer etwaigen Setzung der Hängesäule kein Druck auf den Tramen ausgeübt und das Nachziehen der Muttern möglich wird. Gewöhnlich wird beim Aufschlagen der Hängewerke der Tramen etwas

Fig. 130.

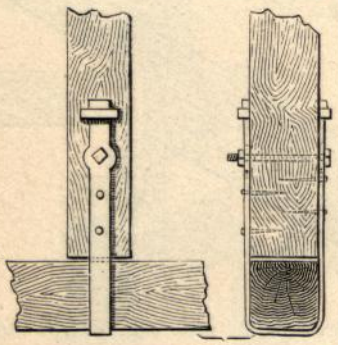


Fig. 131.

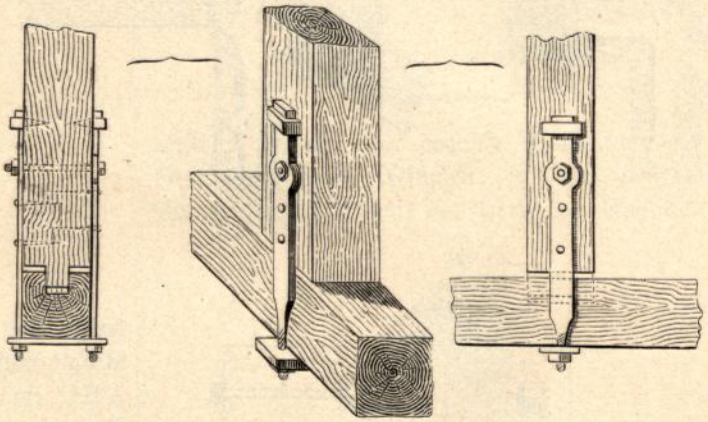


Fig. 132.

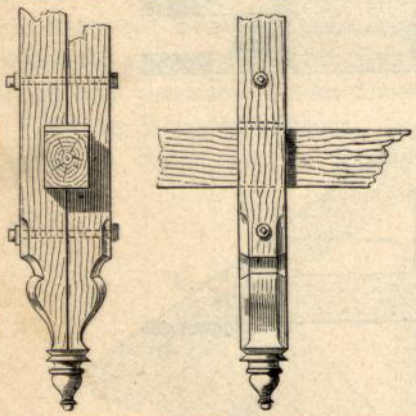


Fig. 133.

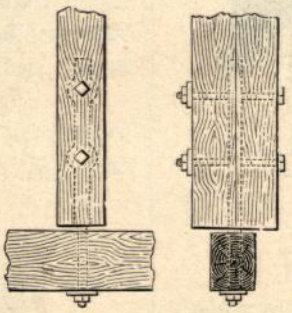
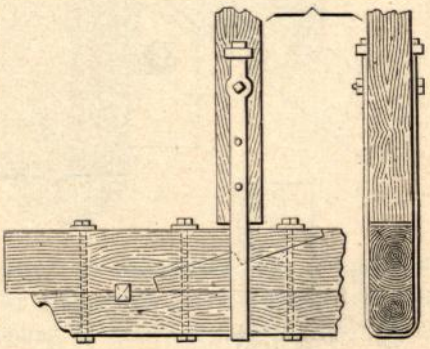


Fig. 134.



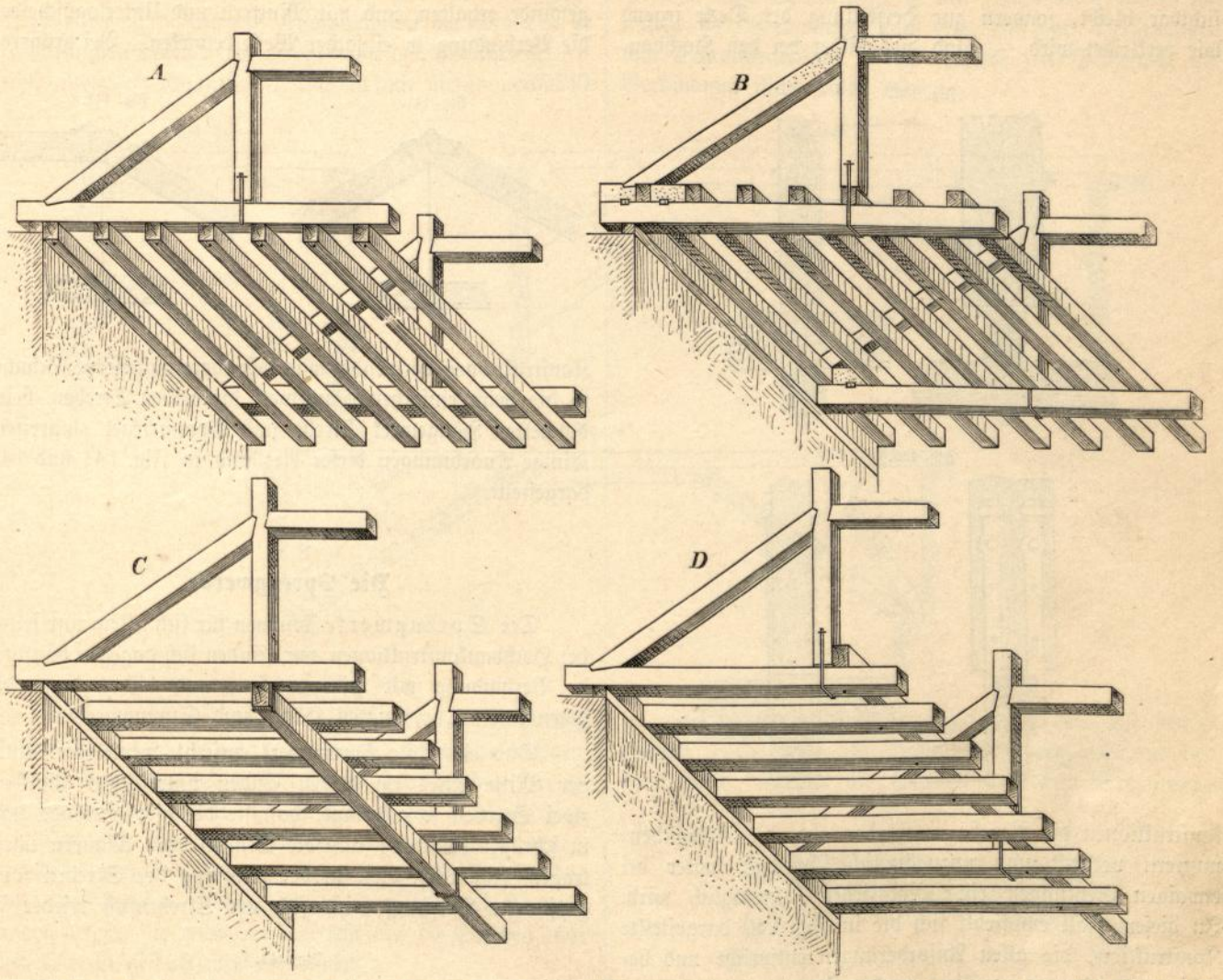
und die Muttern auf einer besonders eingelegten Querschiene auffitzen, so daß sie, so lange die Verbindung zugänglich bleibt, nachgezogen werden können; damit dies möglich ist, darf die Hängesäule jedoch nicht fest auf dem Tramen auffitzen, sondern nur im Zapfen „spielen“.

Ist die Hängesäule doppelt, und darf sie unter den Tramen hinabreichen, so läßt man letzteren nach Fig. 132 von ihr umfassen, und zieht ober- und unterhalb des Tramens einen Bolzen durch die Hängesäule. Reicht dagegen die Hängesäule nicht unter den Tramen, so kann man ein starkes Hängeeisen nach Fig. 133 zwischen die beiden Hängesäulenhälften einlegen, das in eine Schraubenspindel auslaufende Ende durch den Tramen reichen gesprengt, d. h. aufwärts gebogen, damit nach Aufbringen der Lasten und dadurch hervorgerufenem Setzen der Konstruktion kein Durchbiegen des Tramens unter die Horizontale stattfindet.

Muß der Tramen gestoßen werden, so geschieht dies am besten unter einer Hängesäule, und man legt dann wohl einen Sattel von Eichenholz unter den Stoß auf die in Fig. 134 angegebene Weise.

Soll der Tramen eine Balkenlage aufnehmen, die zur Bildung der Decke dient, so werden die einzelnen Balken entweder auf denselben gelegt, Fig. 135 B, oder sie werden auf der Unterseite des Tramens aufgehängt und durch Schraubenbolzen befestigt, Fig. 135 A. Die

Fig. 135.



Deckenbalken können aber auch, statt quer über den Tramen, parallel zu diesem gelegt werden, in welchem Fall ein weiterer Träger als Unterzug oder Überzug quer zum Tramen (Bundbalken) erforderlich wird. Der Überzug kann in einfacher Weise nach Fig. 135 D und 136 dicht seitwärts neben die Hängesäule gelegt und mit dem Tramen verkämmt und verbolzt werden. Soll der Überzug gerade unter der Hängesäule liegen, so kann die Verbindung nach Fig. 137 erfolgen, wobei die beiden seitlich liegenden Flachschienen mit ihren runden, am Ende die Schraubenspindel enthaltenden Teilen durch den Überzug hindurchgehen, und mittels Quereisen und Muttern den Tramen aufnehmen. Bei Anordnung eines Unterzuges kann die Verbindung bei einfachen Hängesäulen nach Fig. 135 C, und bei doppelten Hängesäulen nach Fig. 138 erfolgen. Die Annahme von zwei Hängeeisen, wie in Fig. 139, hat den Nachteil, daß sich nicht genau beurteilen läßt, ob auch beide tragen; vorzuziehen ist stets die Konstruktion mit besonderem Quereisen und Schrauben nach Fig. 131 da durch Anziehen der Schrauben die Lastverteilung auf die sämtlichen Seitenschienen möglich wird.

Fig. 136.

Fig. 137.

In allen Fällen, in denen die Holzkonstruktion nicht sichtbar bleibt, sondern zur Herstellung der Decke irgend wie verkleidet wird, — und dies bildet bei den Hochbau-

Fig. 138.

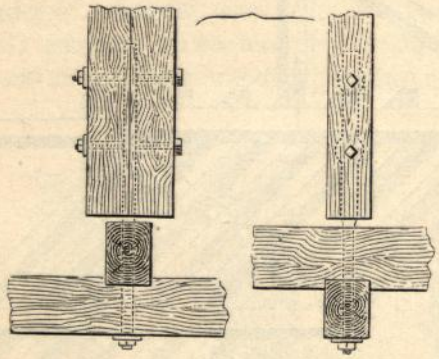
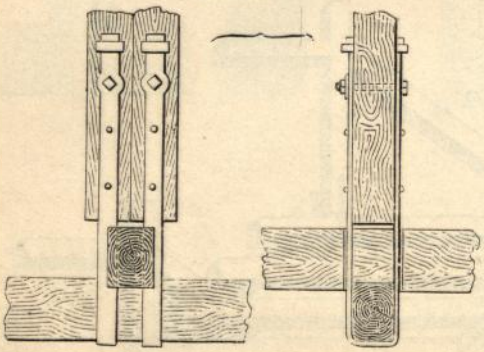
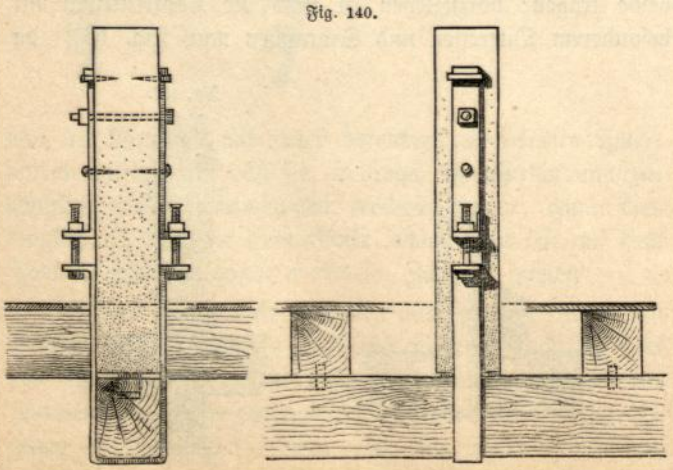


Fig. 139.



konstruktionen die Regel, — werden aber die Schraubenmuttern verdeckt und unzugänglich, so daß später bei etwaigen Senkungen ein „Nachziehen" unmöglich wird. In diesem Fall empfiehlt sich die in Fig. 140 dargestellte Konstruktion, die allen Anforderungen entspricht und beliebig und jederzeit reguliert werden kann.

Fig. 140.



Vielfach werden in neuerer Zeit die hölzernen Hängesäulen durch schmiedeeiserne Hängestangen aus Rundeisen oder Rohren ersetzt, die an beiden Enden Schraubengewinde erhalten, und mit Muttern und Unterlagsscheiben die Verbindung in einfacher Weise bewirken. Bei größeren

Fig. 141.

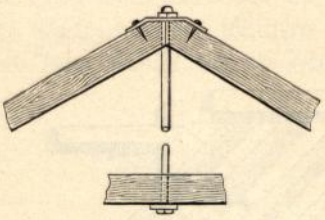
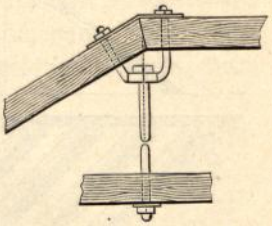


Fig. 142.



Konstruktionen verwendet man besondere gußeiserne Schuhe, in die beim einfachen Hängewerk die beiden Streben, beim doppelten Hängewerk Strebe und Spannriegel eingreifen. Einige Anordnungen dieser Art sind in Fig. 141 und 142 dargestellt.

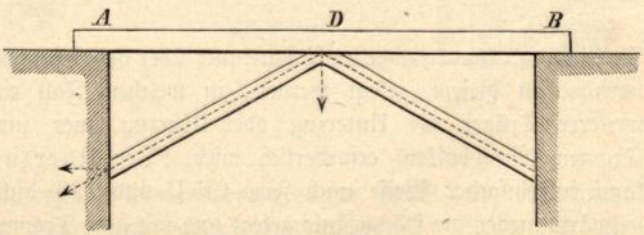
§ 3.

Die Sprengwerke.

Die Sprengwerke kommen für sich allein nur selten bei Hochbaukonstruktionen vor, finden sich dagegen häufiger in Verbindung mit Hängewerken, und bilden dann die sogenannten „vereinigten Häng- und Sprengwerke".

Das einfachste Sprengwerk entsteht, wenn man unter der Mitte eines an beiden Enden unterstützten Balkens zwei Streben so anbringt, daß sie die hier wirkende Last in schräger Richtung auf die Stützen oder Mauern übertragen, Fig. 143; diese in der Richtung der Streben fortgepflanzte Pressung wird sich am Strebenfuß wieder in

Fig. 143.



eine wagrechte und lotrechte Seitenkraft zerlegen. Während beim Hängewerk die wagrechten Beanspruchungen durch den Tramen aufgenommen werden, muß denselben bei dem Sprengwerk die Stabilität der Stützen oder Mauern entgegenwirken.

Muß der Balken an mehr als einem Punkte unterstützt werden, so ergiebt sich zunächst die Anordnung nach Fig. 144, oder besser nach Fig. 145, bei welcher zwischen die beiden Streben noch ein Spannriegel eingefügt wird. Es treten hier dieselben Verhältnisse ein, wie bei dem

doppelten Hängebock, nur daß auch hier statt der Zugfestigkeit des Tramens die Standfestigkeit der Mauern in Anspruch genommen wird. Liegt dabei der Spannriegel a b dicht unter dem Hauptbalken und ist mit diesem verdübelt

Fig. 144.

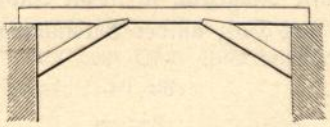


Fig. 145.

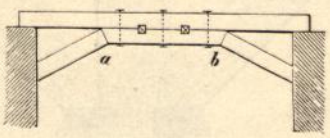


Fig. 146.

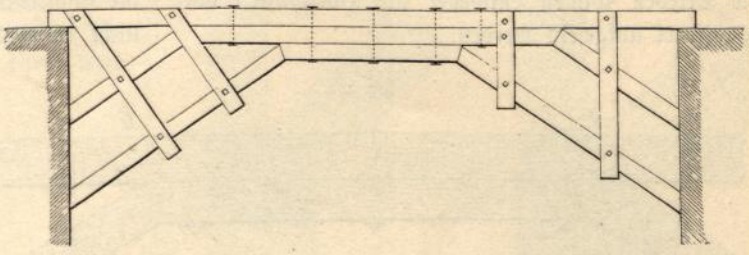
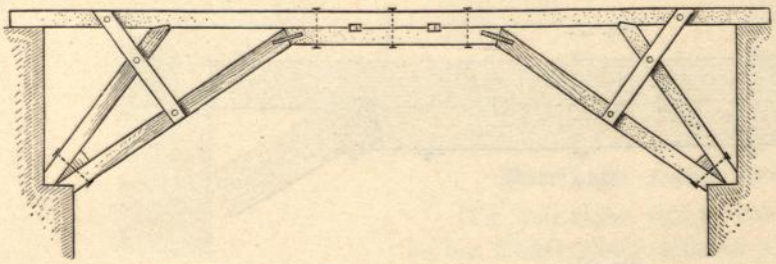


Fig. 147.



und verbolzt, so erscheint der Teil a b als verstärkter Balken und kann demgemäß länger genommen werden, wodurch ein vorteilhafter Winkel für die Streben erreicht und der Horizontalschub auf die Widerlager geringer wird.

Derartige Sprengwerksysteme können mehrere untereinander angeordnet werden, Fig. 146 und 147. Werden dabei die Streben zu lang, so werden sie durch Doppelzangen gefaßt, die entweder senkrecht auf die Streben oder auch lotrecht gestellt werden können.

§ 4.

Verbindungen der Sprengwerke.

a) Verbindung der Streben mit dem Balken.

Bei dem einfachen Sprengwerk, Fig. 143, stoßen die beiden Streben stumpf zusammen und greifen mit kurzen schrägen Zapfen in den Hauptbalken ein, Fig. 148. Liegt

Fig. 148.

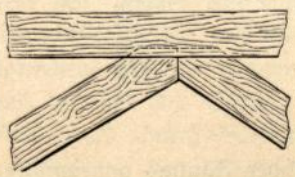
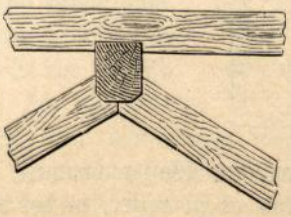


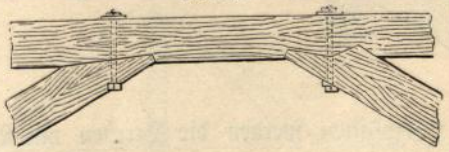
Fig. 149.



aber quer unter dem Balken ein Unterzug, so fassen die Streben diesen durch Klauen, Fig. 149. Greifen zwei Streben ohne Spannriegel in den Hauptbalken ein, so geschieht die Verbindung nach Fig. 150 mit Versatzungen und Schraubenbolzen, welch' letztere zur Sicherung der Verbindung nicht fehlen dürfen.

Bei Annahme eines Spannriegels, der, wie bereits bemerkt wurde, mit dem Hauptbalken verdübelt und verbolzt wird, werden die Streben mit dem Spannriegel

Fig. 150.



stumpf zusammengeschnitten, Fig. 145, oder nach Fig. 151 B mit einem hakenförmigen Einschnitt, oder nach Fig. 151 A mit einem kurzen Zapfen versehen. Eisensicherungen durch Klammern oder Schienen erscheinen nur notwendig, wenn die Konstruktion stark belastet oder großen Erschütterungen ausgesetzt ist; die Sicherung kann auch durch Doppelzangen in der in Fig. 151 bei A und B angedeuteten Weise erfolgen, die unter sich und mit dem Hauptbalken verbolzt werden.

Ist das Sprengwerk mit Unterzügen versehen, so können diese, wenn die Höhe beschränkt und der Strebewinkel flach ist, nach Fig. 152 angeordnet werden. Diese Anordnung hat jedoch den Nachteil, daß Hirnholz gegen Langholz preßt, weshalb bei genügender Höhe die Anordnung nach Fig. 153 den Vorzug verdient. Soll dabei der Spannriegel zur Verstärkung des Hauptbalkens benutzt werden, so können ein oder mehrere Drempel a, d. h.

kurze aufrecht stehende Pfosten zwischen die beiden Hölzer gestellt und durch durchgezogene Schraubenbolzen mit diesen verbunden werden.

b) Verbindung am Strebenfuß.

Die Streben können entweder auf Holzpfosten oder auf Mauerwerk aufgesetzt werden.

Die Streben können sich auch mit Zapfen auf wagrecht in die Mauer eingelegte Hölzer stützen, eine Anordnung, die gewählt wird, wenn das Mauerwerk aus kleinen, wenig lagerhaften Steinen besteht, um den Strebendruck auf eine größere Fläche zu verteilen, Fig. 158. Ist die Konstruktion der Nässe ausgesetzt, so ist die Anordnung nicht zu empfehlen, da das Holz an der Verbindungsstelle,

Fig. 151.

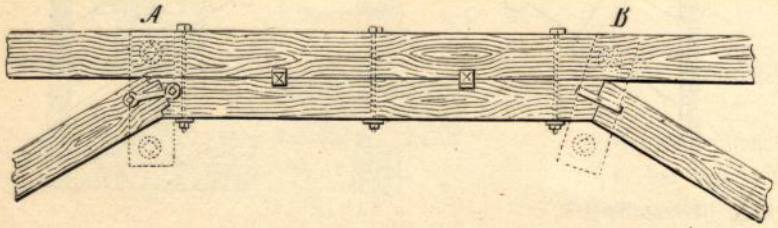


Fig. 152.

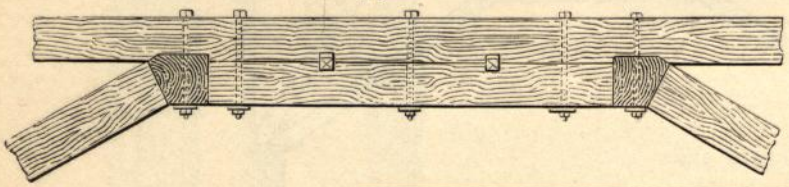


Fig. 153.

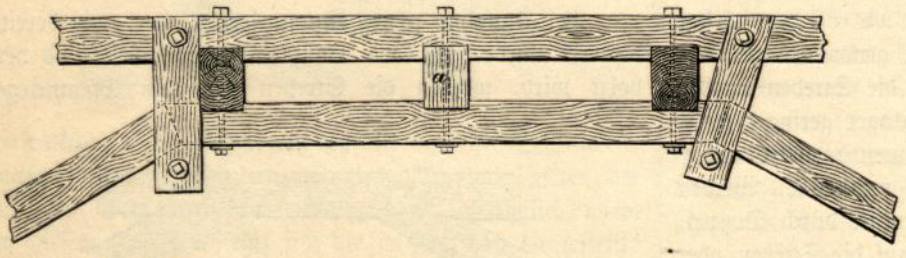


Fig. 154.

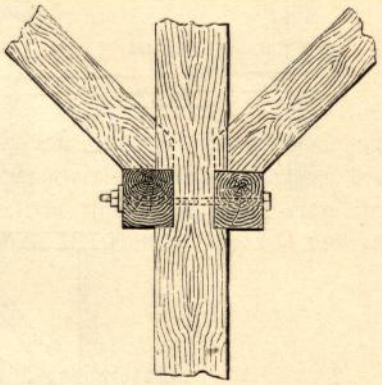
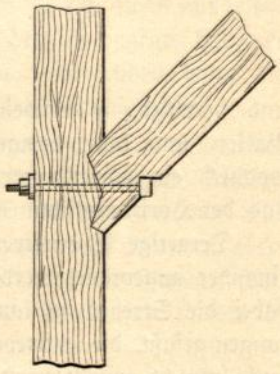


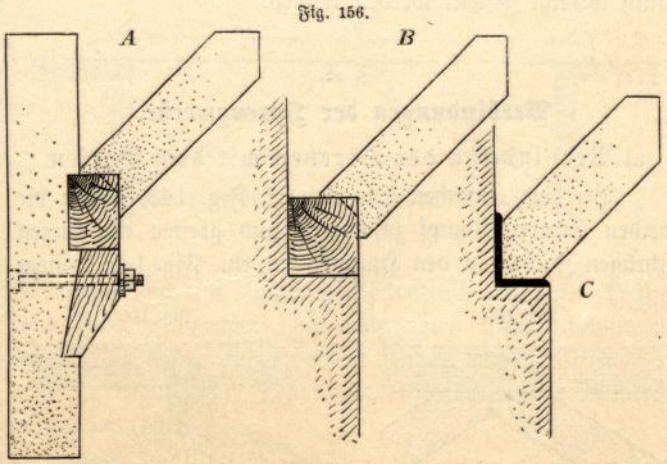
Fig. 155.



In Holzpfosten werden die Streben mit Versatzung und Zapfen eingesetzt und erforderlichen Falles durch Schraubenbolzen verbunden, Fig. 155. Werden die Pfosten (Wandpfosten und freistehende Pfosten zwischen zwei Sprengwerksjochen) durch langlaufende Gurthölzer, Fig. 154, miteinander verbunden, so stehen die Streben stumpf auf diesen auf und greifen mit kurzen Zapfen in die Pfosten, ohne weiter durch Bolzen befestigt zu sein. Die Gurthölzer werden mit den Pfosten verkämmt und verbolzt, und häufig durch untergesetzte Knaggen noch weiter gesichert, Fig. 156 A.

Die Wandpfosten, die zur Aufnahme der Streben häufig vor den Mauern stehend angeordnet werden und dann Klebpfosten (Klappstiel) heißen, und die den Vorteil haben, daß der Horizontalschub der Strebe nicht einen einzelnen Stein oder eine einzelne Schicht der Mauer angreift, werden vielfach nicht bis zum Boden hinabgeführt, sondern auf eingemauerte Kragsteine oder Bindersteine aufgesetzt, Fig. 157.

Fig. 156.



wo sich Wasser sammelt, leicht der Fäulnis anheimfällt, und es ist besser, in der Höhe des Strebenansatzes einen Absatz anzuordnen und die Strebe auf die nunmehr freiliegende Schwelle aufzuklauen, Fig. 156 B.

Auch die Mauerversatzungen, Fig. 159 und 160, sind, dem Regen ausgesetzt, nicht empfehlenswert, da das Eindringen von Wasser nicht verhütet werden kann, und es ist vorzuziehen, die Strebe auf einen größeren, entsprechend bearbeiteten Werkstein mit Versatzung, Fig. 89 D, oder mit einem kurzen Zapfen, Fig. 161, aufzusetzen; das Zapfenloch kann nach vorn einen kleinen, rinnenartigen Einschnitt erhalten, der dem etwa eindringenden Wasser einen Ausweg gestattet.

Fig. 157.

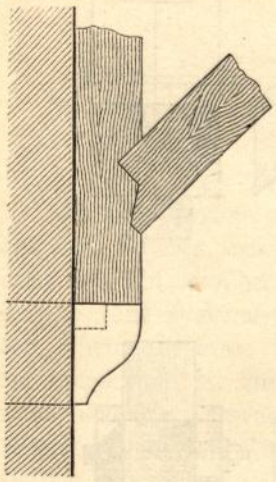


Fig. 158.

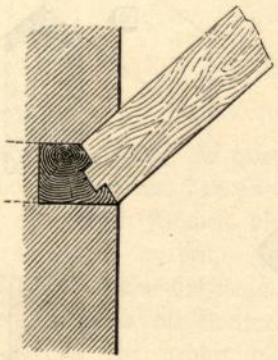


Fig. 159.

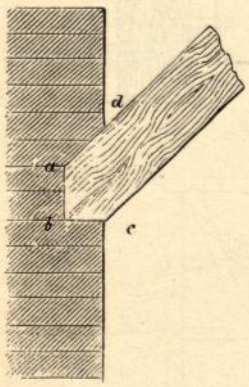
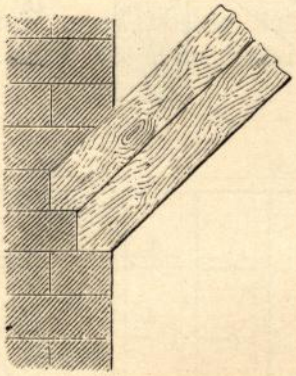


Fig. 160.



Bei größeren Belastungen legt man zur besseren Druckübertragung auf das Mauerwerk oder den Quader eine entsprechend große gußeiserne Platte, die, mit einem etwa 3 cm hohen vorstehenden Rande versehen, die Strebe umfaßt, und so eine Art Schuh bildet, der auf dem Mauerwerk durch Steinschrauben oder auch durch eingelassene, an die Unterfläche der Platte angegossene Nasen befestigt wird. Die Strebe erhält dadurch, besonders wenn sie mit Asphalt in den Schuh eingegossen wird, einen sicheren und guten Stand, Fig. 162.

Die Streben können auch in aufgelegte und entsprechend befestigte Winkeleisen eingesetzt werden, Fig. 156 C.

Fig. 161.

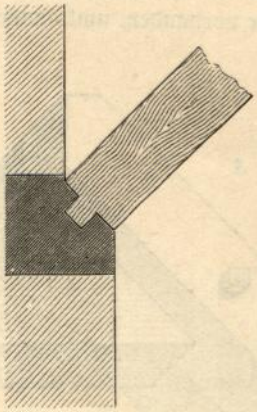
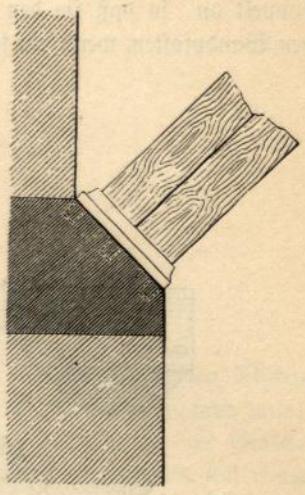


Fig. 162.



§ 5.

Vereinigte Häng- und Sprengwerke.

Die vereinigten Häng- und Sprengwerke finden sich bei den Dachstuhlkonstruktionen häufig, und entstehen, wenn die Streben eines Hängewerkes unter den Tramen bis zu den Stützen weitergeführt werden, so daß sie gleichzeitig die Streben eines Sprengwerkes bilden und Stützpunkte für den Tramen abgeben, Fig. 163.

Fig. 163.

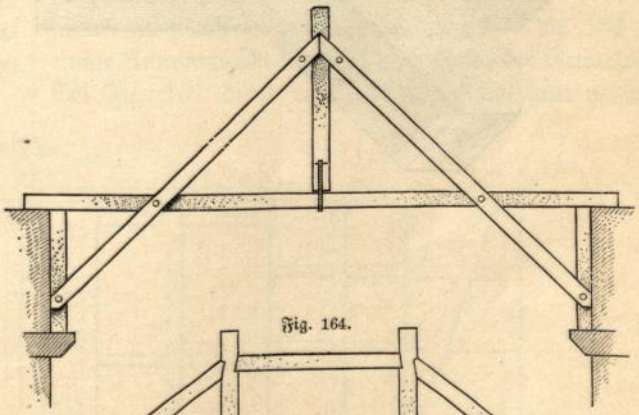
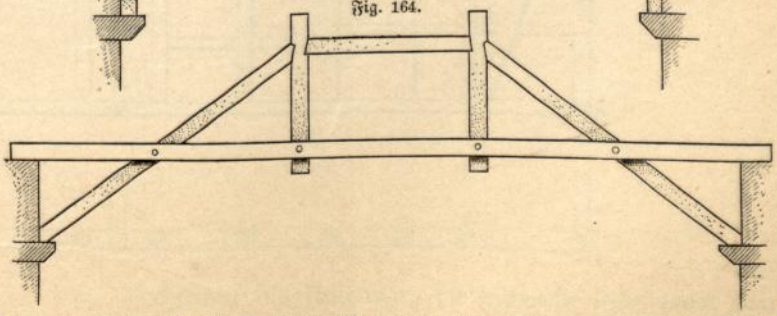


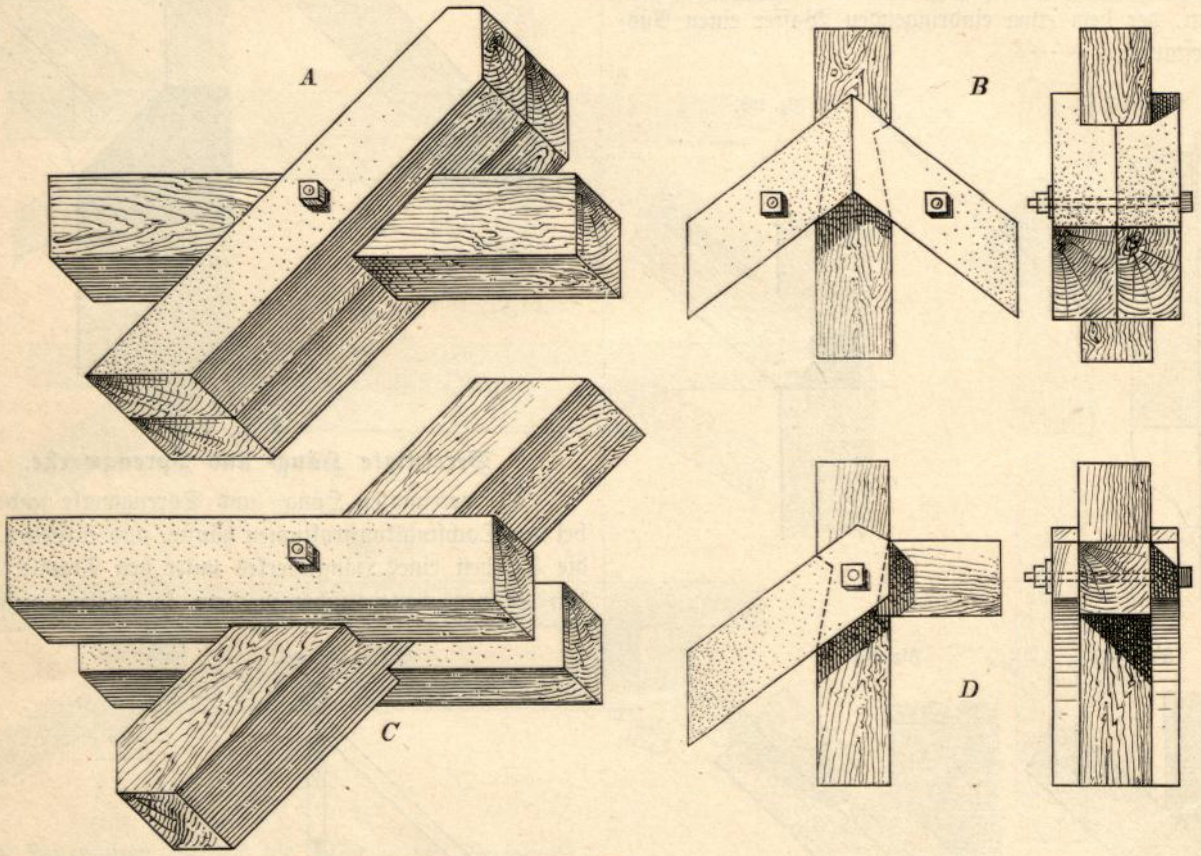
Fig. 164.



Würden Tramen und Streben aus einfachen Hölzern gebildet und bündig gelegt, so müßten diese beiden wichtigen Verbandhölzer an ihrer Verbindungsstelle überblattet

und je auf die Hälfte ausgeschnitten werden, was unzulässig ist, wenn nicht überflüssig starke Hölzer verwendet werden sollen. Man ordnet deshalb entweder die Streben doppelt an, so daß sie den Tramen, die Hängesäule und den Wandpfosten, wenn ein solcher vorhanden, umklammern, Fig. 163 und 165 A, B und D, oder man verdoppelt den Tramen bei einfacher Strebe und Hängesäule, Fig. 164 und 165 C. Die Verbindungen sind in beiden Fällen durch Schraubenbolzen sorgfältig zu sichern.

Fig. 165.



Viertes Kapitel.

Die Wände.

§ 1.

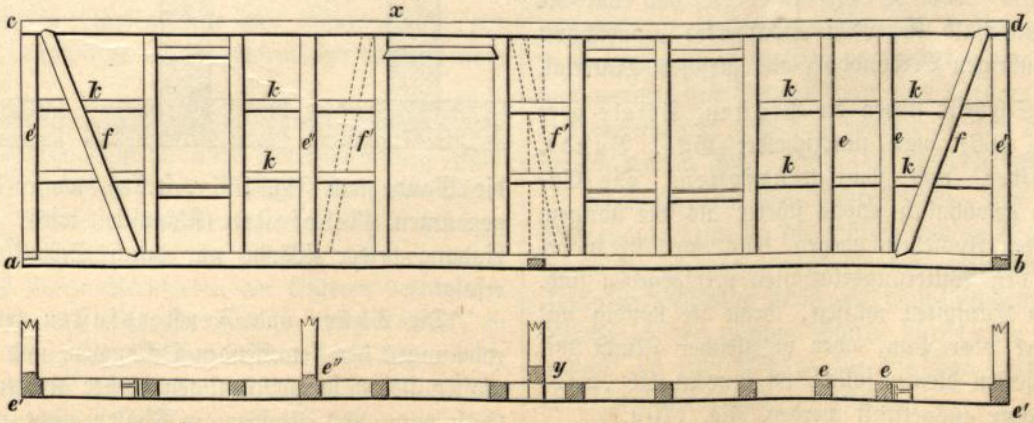
Allgemeines.

Bei den Wänden unterscheidet man solche, die ganz aus Holz bestehen, von denen, bei welchen nur das Gerippe aus Holz gebildet und die eigentlichen Flächen, die Gefache, aus Mauerwerk u. s. w. hergestellt werden. Zu den ersteren gehören: die Block- oder Schurzholzwand, die Spundwand, die Bohlen- oder Dielwand, die Bretterwand und die Lattwand; der zweiten Art gehört die Riegel-, Bund- oder Fachwerkswand an, die, obgleich der Holzbau in neuerer Zeit mehr und mehr zurückgedrängt wird, doch noch als Umfassungswand — bei Landhäusern und dergl. — und insbesondere als Scheidewand immer noch eine wesentliche Rolle spielt, trotzdem ihr in konstruktiver Hinsicht nicht gerade das Wort geredet werden kann.

Die Schwelle bildet die Unterlage für den Aufbau der Wand; sie ist entweder ihrer ganzen Länge nach untermauert — Grundschwelle —, oder durch eine Balkenlage in verhältnismäßig geringen Entfernungen unterstützt — Brustschwelle oder Saumschwelle, — so daß die Biegungsfestigkeit nur unbedeutend in Anspruch genommen wird. Man verwendet deshalb keine starken Hölzer, sondern gewöhnlich Halbhölzer, die mit der Breitseite auf der Unterlage aufruhen.

Für die auf Mauerwerk liegende Grundschwelle, die besonders der Zerstörung durch Feuchtigkeit ausgesetzt ist, verwendet man am besten Eichenholz, das mit der Kernholzseite immer nach unten zu liegen kommt, um das Verfaulen möglichst zu verhindern. Fig. 167 bis 169 zeigen einige Anordnungen für die Auflagerung der Grundschwelle. Bei Fig. 167 dient eine Rollschicht aus hart gebrannten

Fig. 166.



§ 2.

Die Riegel- oder Fachwerkswände.

Eine Riegel-, Bund- oder Fachwerkswand, Fig. 166, besteht aus der Schwelle ab, der Pfette oder dem Rahmstück cd, den Pfosten oder Stielen e, den Streben oder Bändern f, und den Riegeln k.

Backsteinen als Unterlage; die Schwelle steht etwas vor, damit das Wasser abtropfen und nicht in die untere Fuge eintreten kann; um auch das Eintreten von Feuchtigkeit auf der oberen Fläche der Schwelle zu verhindern, ist es besser, die Schwelle nicht vor die Wand vortreten zu lassen, sondern sie mit den Pfosten bündig anzuordnen, wie in

Fig. 168, wo ein steinerner Sockeldeckel zur Aufnahme der Schwelle angenommen ist. Der Sockeldeckel ist mit einem 2 bis 3 cm hohen, mit der Schwelle bündigen Plättchen versehen, um auch hier das Eindringen von Feuchtigkeit zwischen Stein und Holz zu verhüten. Übrigens ist es zweckmäßig, die Schwelle in eine dünne Schicht von Asphalt oder Cement einzulegen, um die Fuge zu dichten.

Fig. 167.

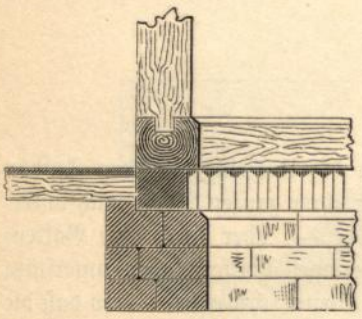


Fig. 168.

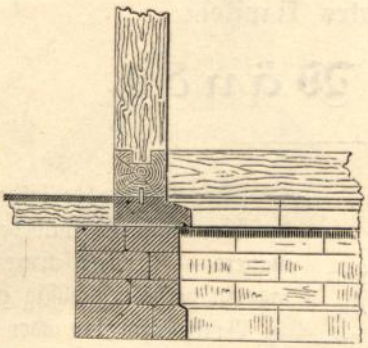
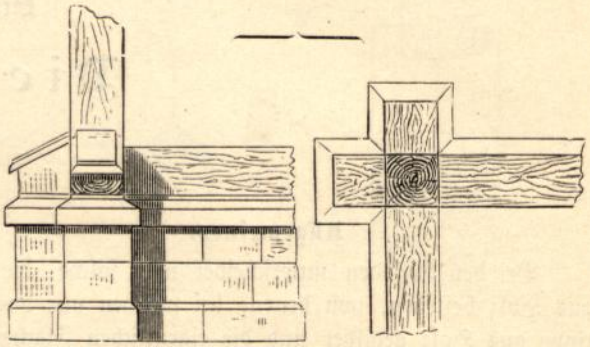


Fig. 169.



Die in Fig. 168 angegebene Verdübelung ist nur bei leichten Wänden erforderlich, um das Werfen der Schwellen zu verhindern. Die Enden der Schwellen werden entweder nach Fig. 166, oder für den Holzbau charakteristischer, mit vorstehenden und abgedeckten Köpfen nach Fig. 169 überblattet.

An Stelle des einfachen geraden Zapfens, in dessen Zapfenloch sich leicht Wasser ansammelt, findet auch der Kreuzzapfen Anwendung, Fig. 76 B. Der Stoß der Schwellen erfolgt stumpf oder mit geradem oder mit schrägem Blatt und stets unter einem Pfosten.

Die Saum- oder Brustschwellen sind auf die Balken des unterhalb liegenden Stockwerkes aufgekämmt und mit dem übrigen Verbandholz aus gleichem Material.

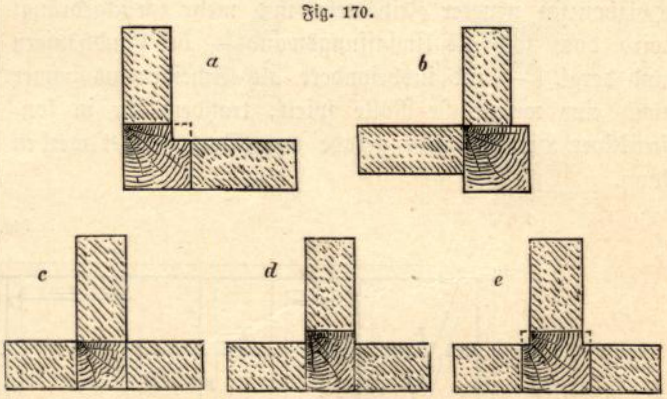
Auf der Schwelle stehen die Pfosten, Stiele oder Ständer, Fig. 166; man unterscheidet Eck-, Bund-, Thür-, Fenster- und Zwischenpfosten. Die Eckpfosten e' sind gewöhnlich etwas stärker als die übrigen, teils des besseren Aussehens wegen, teils, weil sie in erhöhtem Maße den Witterungseinflüssen preisgegeben sind. Diese stärkeren Eckpfosten müssen, wenn sie bündig mit dem Mauerwerk oder Putz, oder in gleicher Flucht mit den übrigen Pfosten bleiben sollen, im inneren Eck „ausgewinkelt" oder ausgeklinkt werden, Fig. 170 a.

Die Bundpfosten e'' stehen da, wo zwei Wände aufeinander stoßen oder sich kreuzen; sie erhalten die gleiche Stärke wie die anderen Verbandhölzer, wenn sie nur wenig durch Zapfenlöcher geschwächt werden, Fig. 170 c, andernfalls werden sie nach einer Richtung verstärkt, Fig. 170 d, oder auch nach beiden Richtungen, Fig. 170 e, was jedoch wenig empfehlenswert ist, da sie dann an zwei Ecken ausgewinkelt werden müssen.

Bei Umfassungswänden kann die äußere Flucht der Pfosten entweder bündig mit der Ausmauerung, bezw. mit dem Putze sein, oder die Pfosten können etwas vorstehen, ähnlich wie der Eckpfosten, Fig. 170 b, in welchem Fall die Kanten gewöhnlich abgefaßt werden.

Je nach der Einteilung und Ausbildung der Riegelfache einer in Holzarchitektur durchgebildeten Umfassungswand kann ein Bundpfosten störend in die Zeichnung eingreifen; in einem solchen Fall kann man ihn dicht hinter

Fig. 170.



die Wand, nach Fig. 166 y, stellen, wo er dann zum sogenannten Klebpfosten (Klappstiel) wird, und die Verbindung beider Wände nur durch Schwelle und Pfette erfolgt.

Die Thür- und Fensterpfosten bilden die Umrahmungen der betreffenden Öffnungen, und die Zwischenpfosten stehen so zwischen den bisher genannten, daß die Entfernung von Pfosten zu Pfosten nicht unter 0,70 bis 0,90 m und nicht über 1,50 m beträgt.

Eine Abmessung des Pfostenquerschnittes richtet sich nach der Stärke der Wand, und diese oft nach dem Material, mit dem die Fache ausgemauert werden. Bei unregelmäßigen Bruchsteinen beträgt die Stärke der Ausmauerung wenigstens 18 bis 21 cm, und bei Backsteinen

die halbe oder die ganze Steinlänge, und nur bei ganz leichten Scheidewänden setzt man die Backsteine wohl auch hochkantig in die Wände, so daß die Stärke gleich der Dicke der Backsteine wird. In neuerer Zeit werden die Fache, wo es sich um Herstellung leichter Wände handelt, mit Gipsdielen, Spreudielen, Schwemmsteinen u. s. w. ausgesetzt, und je nach den Stärken dieser Materialien werden auch die Pfostenabmessungen zu wählen sein. Diese sind jedoch auch abhängig von der Auflast, durch welche die Pfosten auf Zerknickung beansprucht werden; bei den gewöhnlichen Belastungen und Stockwerkshöhen von 3,00 bis 3,60 m genügt eine Stärke von 15 bis 18 cm im Quadrat, und nur, wenn der Druck nicht nur lotrecht sondern auch seitwärts wirkt, wie z. B. bei Getreidescheunen, müssen die Pfosten senkrecht zur Wandrichtung stärker werden, und etwa 21 bis 24 cm erhalten; in der Längenrichtung der Wand wird ein Ausbiegen schon durch die Ausmauerung der Fache und auch durch die Riegel verhindert, wenn solche vorhanden sind.

Die Wand nach oben begrenzend und von den Pfosten getragen, liegt das Rahmholz oder die (Wand-)Pfette; da sie in geringen Entfernungen unterstützt ist, erhält sie die Stärke der übrigen Verbandhölzer. Die Pfetten macht man gern aus langen Stücken, um einen Stoß zu vermeiden; wo dies aber nicht zu erreichen ist, erfolgt die Verbindung am besten durch das schräge Hakenblatt, und stets über einem Pfosten, wie bei x in Fig. 166.

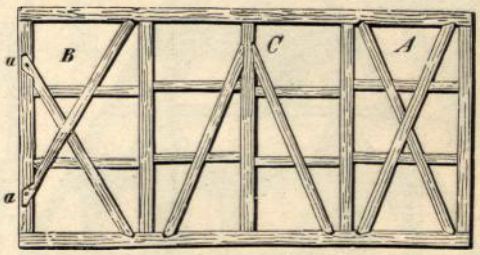
Am Eck oder bei sich kreuzenden Wänden werden die Pfetten, wenn beide in einer Ebene liegen, überblattet, und wenn sie übereinander liegen, überkämmt. Die Verbindung mit den Pfosten erfolgt durch den gewöhnlichen Zapfen, der bei Eck- und Bundpfosten geächselt werden muß. Bei diesen Zapfen tritt der Hauptnachteil der Verzapfungen, daß Nässe in die Zapfenlöcher dringen kann, nicht ein.

Durch Schwelle, Pfosten und Pfette ist eine Wand umrahmt, aber noch nicht zu einer unverschieblichen Figur gemacht. Dies geschieht durch die Streben und Büge (Schubbänder, Wind- oder Sturmstreben), die in schräger Richtung die Schwelle oder die Pfosten mit der Pfette verbinden, und so ein Verschieben der letzteren verhindern. Bestehen Pfette und Schwelle aus je einem Stück, so sind nur zwei Büge oder Streben erforderlich, ff, Fig. 166; ist aber die Pfette bei x gestoßen, so werden noch die punktiert gezeichneten Verstrebungen f′f′ Fig. 166, angeordnet. Die Streben, die stets entgegengesetzte Richtungen erhalten, werden mit Schwelle und Pfette versatzt und verzapft, wobei die Zapfenlöcher etwa 9 cm von denen der nächsten Pfosten entfernt bleiben sollten.

Die Verstrebungen können jedoch auch nach Fig. 171 B und C angeordnet werden.

Mehr Verstrebungen einzulegen, als erforderlich, ist aus technischen Rücksichten nicht ratsam, da wegen der schrägen Stellung die Ausmauerung der Fache nachteilig beeinflußt wird. Hierbei ist nun aber zu beachten, daß die Streben nur während der Herstellung des Baues notwendig sind, da die Wände nach der Ausmauerung die nötige Steifigkeit gegen Verschieben besitzen. Diese für das Aufrichten erforderliche Verspannung kann aber zweckmäßiger durch vorübergehende Verschwartungen erreicht werden, wie solche bei jedem Baugerüst zur Anwendung kommen.

Fig. 171.



Wenn diese Verspannungshölzer somit bei einfachen Nutzbauten fehlen können, so werden bei besser durchgebildeten Holzarchitekturen aus formalen Gründen die Streben und Büge beizubehalten sein, da sie für den Holzbau äußerst charakteristisch sind, zur gefälligeren und reicheren Teilung der Fache und zur malerischen Durchbildung der Flächen wesentlich beitragen. Beispiele dieser Art geben die Fig. 7, 177 und 181 und die umstehende Fig. 172 eines Hauses aus Sindelfingen.[1])

Besonders beliebt ist das „Andreaskreuz", das aus zwei sich kreuzenden Streben gebildet wird, Fig. 171 A, und das zur Belebung großer und kleiner Fache und oft in vielfacher Wiederholung verwendet wird, Tafel 5; vielfach werden dem Andreaskreuz noch weitere sich kreuzende Hölzer beigefügt, Fig. 173, insbesonders in den Brüstungsfachen, wovon Fig. 7 und 181 Beispiele geben.

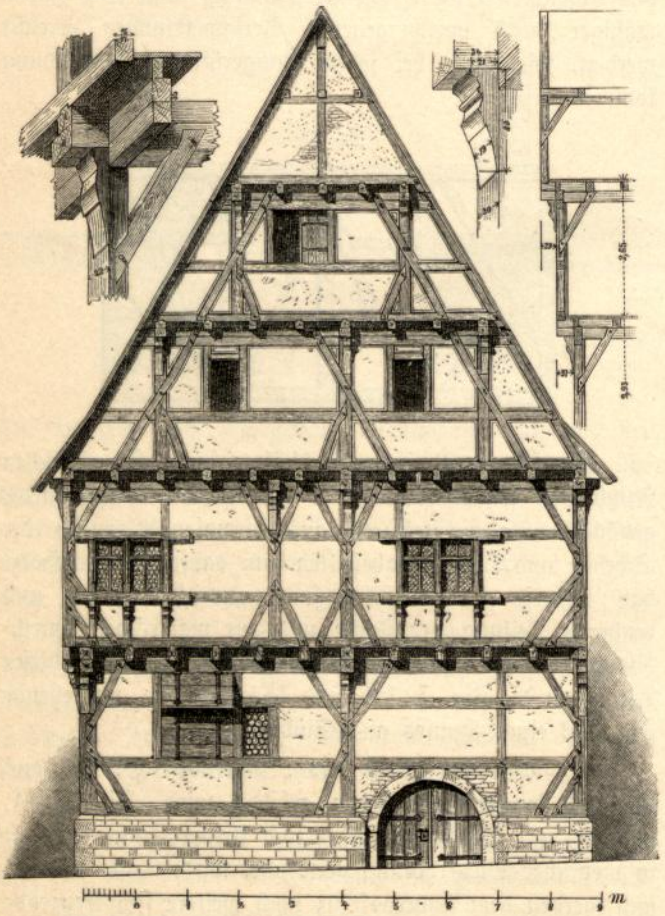
Statisch sind die Andreaskreuze nur von geringer Bedeutung, denn da die Hölzer bündig liegen, so müssen sie im Kreuzungspunkte überblattet werden, wodurch sie an Festigkeit wesentlich verlieren; man läßt deshalb wohl eine Strebe in der ganzen Stärke durchlaufen und fügt die andere aus zwei Stücken ein, die man durch kurze Zapfen oder auch durch Nägel befestigt.

Die Riegel sind wagrecht laufende Hölzer, die die Fache der Höhe nach teilen — Zwischenriegel —, die Thür- und Fensteröffnungen nach oben — Thür- und Fensterriegel, — und das Fenster nach unten — Brustriegel — begrenzen.

1) Paulus, Denkmäler in Württemberg.

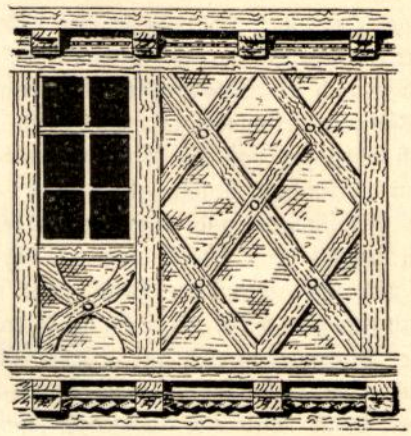
Die Thür- und Fensterriegel erhalten bei ausgemauerten Fachen einen Entlastungsbogen und werden mit Zapfen und Versatzung in die Pfosten eingesetzt, die Brustriegel macht man gern aus Eichenholz oder harzreichem Kiefernholz, da sie den Witterungseinflüssen sehr ausgesetzt und dem Verderben preisgegeben sind. Die

Fig. 172.



Zwischenriegel werden vielfach so angeordnet, daß die entstehenden Fache etwa 2 qm Fläche nicht überschreiten, richten sich aber bei unverputzt bleibenden Wänden nach dem guten Aussehen. Konstruktiv sind sie eher schädlich als vorteilhaft, da die Pfosten durch die Zapfenlöcher geschwächt werden, und die Ausmauerung durch das Einlegen der Riegel keine erhöhte Festigkeit erhält; denn zwischen der Unterfläche des Riegels und der Ausmauerung bildet sich infolge des unvermeidlichen Setzens der letzteren, dem das Schwinden und Eintrocknen des Holzes noch zur Hilfe kommt, eine Fuge, wodurch der Zusammenhang zwischen den Riegeln und der unter ihnen liegenden Ausmauerung aufgehoben wird. Wo die Fache verputzt werden, ist es deshalb vorteilhafter, die Zwischenriegel ganz wegzulassen. Wo sie angewendet, aber verputzt werden, kann man sie nach Fig. 171 versetzen, da dann die Zapfenlöcher nicht in gleicher Höhe liegen und die Pfosten weniger geschwächt werden.

Fig. 173.



Die Riegel erhalten im allgemeinen die Stärke der übrigen Verbandhölzer und werden mit einem kurzen Zapfen eingesetzt, der wohl auch noch verbohrt wird, wobei der Nagelkopf etwas über die Fläche vortreten kann. Konstruktiv ist das Verbohren vielleicht zu beanstanden, da die mit dem Hirnholz nach außen stehenden Nägel Nässe aufsaugen und quellen, und dadurch Risse und Spalten im Holze verursachen, durch die die Feuchtigkeit dann in das Innere der Hölzer eindringen kann.

Bei Wänden mehrstöckiger Gebäude kann man nach Fig. 174 und 176 für jedes Stockwerk eine vollständig in sich geschlossene Wand mit Schwelle und Pfette

Fig. 174.

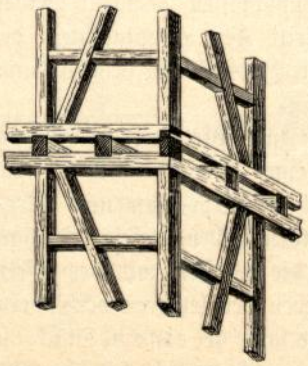


Fig. 175.

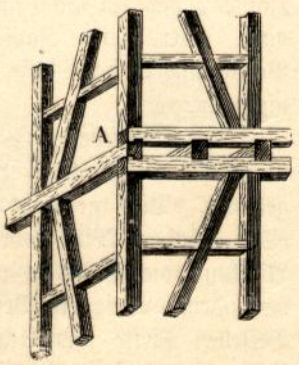
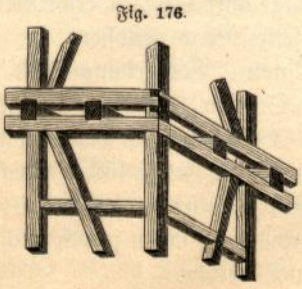


Fig. 176.



anordnen, wobei die Saumschwellen auf das Gebälk aufgekämmt werden, das dann nach zwei Seiten Stichgebälke erhalten muß. Werden die Stichgebälke weggelassen, so ergiebt sich für die Wände parallel der Balkenlage die Anordnung A, Fig. 175, wobei der in die Wand fallende Deckenbalken zugleich Pfette für die untere und Schwelle für die obere Wand wird.

Man kann auch die Hauptpfosten ununterbrochen durch die Höhe der sämtlichen Wände laufen lassen, Tafel 1, Fig. 1 a a, und zwischen dieselben starke Riegel b b einsetzen, die zugleich als Schwellen und Pfetten dienen; Fig. 2 giebt einen Horizontalschnitt nach g h, Fig. 4 die Seitenansicht, Fig. 3 den lotrechten Durchschnitt, und Fig. 5 und 6 lotrechte Schnitte nach den Linien c d und e f, Fig. 2. Die Riegel werden am besten mit Zapfen und Versatzung eingesetzt und unter sich und mit den Pfosten durch aufgelegte und verbolzte Eisenbänder verbunden.

Es ist vorzuziehen, die durchgehenden Pfosten aus schwächeren Hölzern zusammenzusetzen und die Zwischenpfosten doppelt, die Eckpfosten vierfach anzunehmen, Tafel 2. Bei dieser Konstruktion können die Zwischenpfosten entweder nach der Länge oder nach der Dicke der Wand doppelt gestellt werden. Stehen sie parallel der Wand, Tafel 2, Fig. 2, so können die Balken der Zwischendecken und des Daches durch sie hindurchgesteckt und verbolzt werden, während die Riegel nur von Pfosten zu Pfosten reichen; stehen die Pfosten aber, nach Tafel 2, Fig. 1, nach der Tiefe doppelt, so können die Riegel in langen Hölzern zwischen den Pfosten hindurchgehen, und geben, mit diesen verbolzt, der Wand eine große Festigkeit; zur soliden Verbindung mit dem Gebälke legt man entweder den Deckenbalken seitlich des Pfostens oder man ordnet statt eines stärkeren zwei schwächere an, und verbolzt sie mit dem Pfosten, wodurch man eine Anordnung erhält, die der in Fig. 2 dargestellten vorzuziehen ist.

Dieses System der Doppelpfosten konsequent durchgeführt, ergiebt an den Ecken vierfache Pfosten, die dann einen sehr soliden Eckpfeiler bilden. Die Hauptpfosten stellt man am besten unmittelbar auf das Mauerwerk, bezw. einen entsprechend gestalteten Werkstein, und setzt die Schwellen zwischen die Pfosten ein; eventuell können nach Fig. 2, Tafel 2 die Zwischenpfosten auch auf die durchlaufende Schwelle aufgesetzt werden. Sollten bei großer Höhe die Pfosten gestoßen werden müssen, so muß dies natürlich im Verband geschehen, und müssen die Verbindungsstellen durch Schienen und Bolzen gesichert werden.

Der Raum zwischen den Pfosten wird auf die früher besprochene Weise ausgeriegelt; das Auflager der Deckenbalken kann man auf die verschiedenen in Fig. 1 und 2, Tafel 2 dargestellten Arten anordnen.

Solche Konstruktionen finden bei Kirchen und Türmen, die in Fachwerk erbaut werden sollen, Anwendung; ebenso auch bei Magazinen und Scheunen, und bei letzteren leisten die nach der Stärke der Wand gestellten Doppelpfosten einen bedeutenden Widerstand gegen den Seitendruck des Getreides, und verhüten das Ausbauchen bei hohen Scheunenwänden. (Über durchlaufende Ständer bei den niedersächsischen Fachwerksbauten siehe Lachner, der norddeutsche Holzbau.)

Es wurde bereits hervorgehoben, daß in allen Fällen, in denen nur den konstruktiven Forderungen Rechnung getragen werden soll, nicht mehr Verbandstücke als erforderlich anzuwenden sind. Wo es sich aber um architektonisch durchgebildete Anlagen handelt, werden vielfach, insbesondere im süddeutschen Riegelbau, außer diesen konstruktiv erforderlichen Verbandstücken weitere Hölzer beigefügt, die nur dekorative Bedeutung haben; die Fig. 177 [1]) und 172

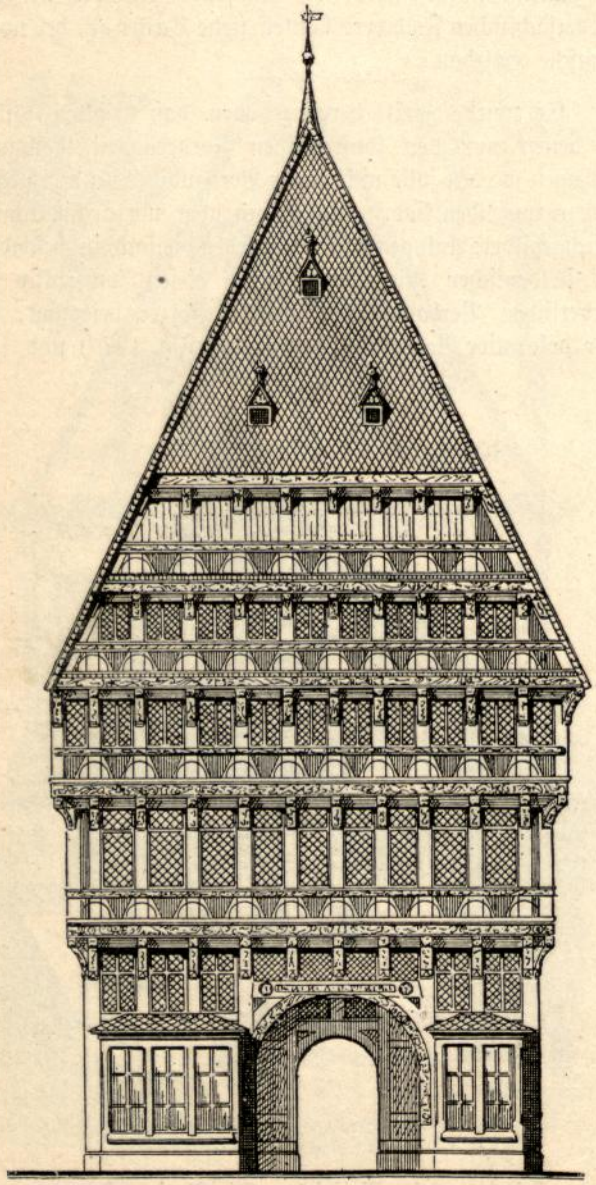
Fig. 177.

geben einige derartige Beispiele. Die Fenster sind gruppenweise zusammengefaßt und unsymmetrisch angeordnet; sie wechseln mit mehr oder weniger großen Mauerflächen, die durch Streben, Büge, Riegel belebt und meistens unsymmetrisch angeordnet sind. Die Vorkragungen der Geschosse sind gering und das Dach schießt wenig über die Wandflächen vor.

1) Paulus, Denkmäler in Württemberg (Haus in Frauenzimmern).

Einen wesentlich anderen Charakter zeigt das norddeutsche, insbesondere das niedersächsische Fachhaus (Ständerriegelbau), bei dem die Pfosten (Ständer) in regelmäßigen Abständen stehen und jedem Ständer ein Deckenbalken entspricht; die Pfosten sind mit der Schwelle durch kleine

Fig. 178.



schräg gestellte Schubbänder oder durch Winkelbänder verbunden, und alle sonstigen Verstrebungen und Zwischenriegel, sowie ausgemauerte Fache — abgesehen von den kleinen Brüstungsflächen — fehlen. Das charakteristischste und schönste Beispiel dieser Bauweise ist das 1529 erbaute Amthaus der Knochenhauer in Hildesheim, Fig. 178.[1])

1) Lachner, Der norddeutsche Holzbau.

Wie bei den Wandflächen ist auch die Ausbildung der Giebelflächen in den verschiedenen Gegenden eine andere, und wir geben als Beispiele in Fig. 179[1]) einen niedersächsischen, einen rheinischen und einen Thüringer Giebel, sowie in Fig. 180[2]) einen prächtig durchgebildeten Giebel von einer Scheuer in Zernez aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts (s. auch Kap. IX).

Die dekorativ eingelegten Hölzer erhalten entweder die Stärke wie die eigentlichen Verbandhölzer, Fig. 181,[1]) von Thüringer Fachwerksbauten, oder sie können, wie dies z. B. bei Schweizer Holzbauten vorkommt, Fig. 182,[2]) aus 4 bis 5 cm dicken und in die Verbandhölzer eingelassenen Bohlenstücken bestehen. Wenn eine solche Ausführungsweise auch in beschränktem Maße zulässig ist, so ist es doch ganz verwerflich, diese Täuschung so weit zu treiben, daß man ganz roh und einfach gehaltenes Riegelwerk nach der Ausmauerung über Holz und Stein weg unter Nachahmung reicherer Fachwerke außen mit abgehobelten und mit Öl getränkten Brettern benagelt und die Zwischenfache dann verputzt.

§ 3.

Konstruktion der Fenster- und Thürumrahmungen und der Balkone.

Die Umrahmungen der Fenster- und Thüröffnungen bilden sich durch die Anlage der Fenster- und Thürpfosten nebst Riegeln, welche in jene eingezapft werden.

Die Ausbildung kann in verschiedener Weise erfolgen:

1) Die Umrahmung wird unmittelbar gebildet von den genannten Konstruktionshölzern, die entweder nur gehobelt, oder mehr oder weniger reich geschnitzt werden, Fig. 183[3]) und Tafel 3.
2) Die Umrahmung wird als selbständige Bildung der Wand vorgebaut, Fig. 184.[3])
3) Die Umrahmungshölzer werden durch gehobelte und fassonierte Bretter verkleidet, Tafel 4, Fig. 1, jedenfalls die für Holzbauten am wenigsten charakteristischste Form.

In der Regel sind die Höhen der Stockwerke bei Holzbauten nicht sehr groß, namentlich bei ländlichen Bauten, wie sie sich im Schwarzwald, in der Schweiz, in Tirol u. s. w. finden, weshalb die Fensteröffnung im Verhältnis zur Höhe breit angelegt wird, wodurch sich ein liegendes, statt wie gewöhnlich ein stehendes Rechteck ergiebt. Da diese Form unschön aussieht und der als Sturz dienende Fensterriegel

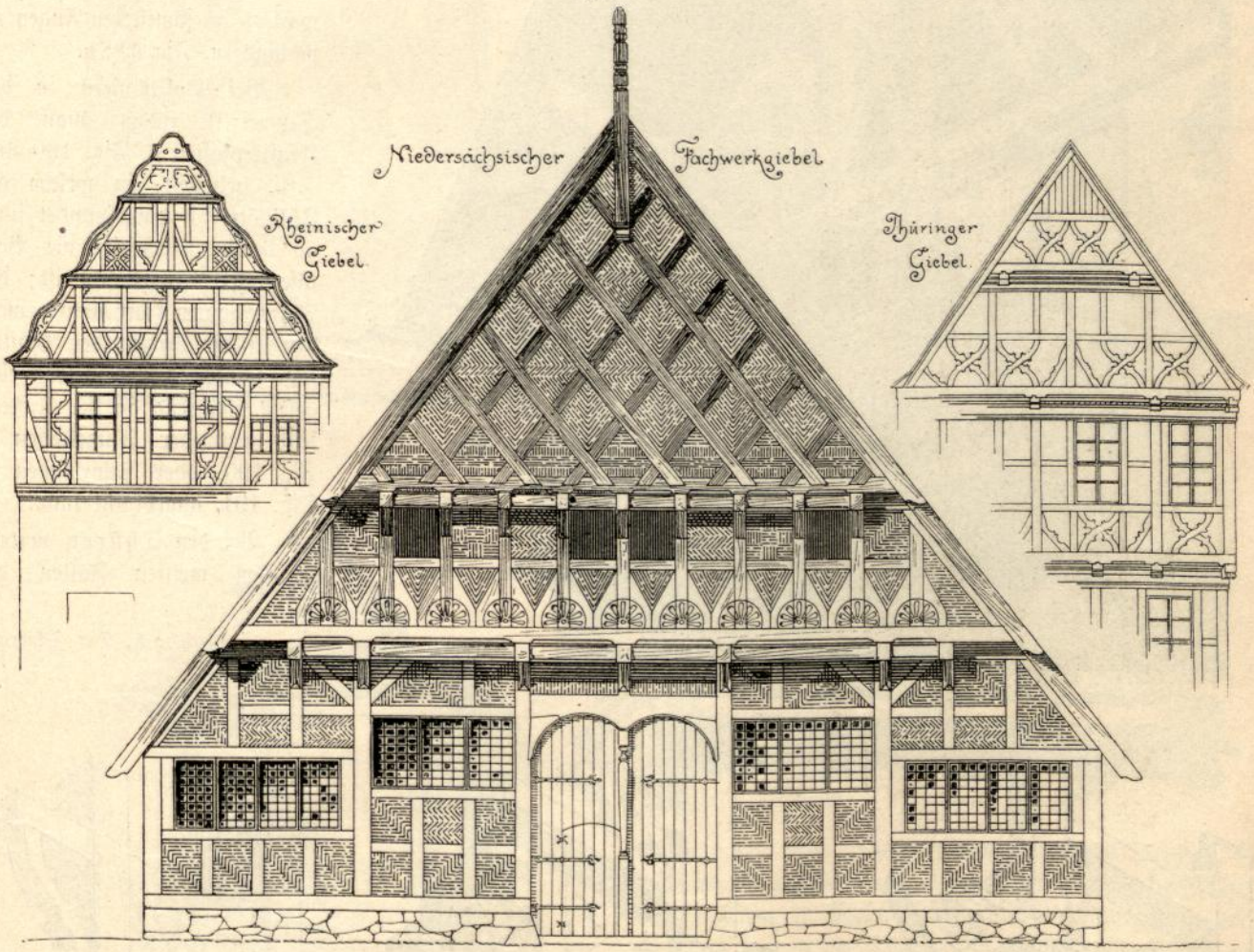
1) Neumeister und Häberle, Die Holzarchitektur.
2) Gladbach, Der Schweizer Holzstil.
3) Lützow, Zeitschrift für bildende Kunst. 1882.

zu weit freigelegt würde, teilt man diese großen Fensteröffnungen durch einen oder mehrere Pfosten, wodurch die gekuppelten oder Gruppenfenster entstehen, zu denen sich der Holzbau besonders eignet, Fig. 177.

Für die Konstruktion wichtig ist insbesondere der Brustriegel, der den Einflüssen der Witterung am meisten preisgegeben ist; bleibt er unverkleidet, so muß er in Eichenholz hergestellt werden.

dem auf der Innenseite angebrachten Fenster und einem äußeren Verschluß mittels eines Ladens a. Das Simsbrett b, Fig. 185, ist mit einer Wassernase und aufrecht stehendem Ansatz versehen, in den die Futterrahme c des Fensters eingreift. Durch diese Bildung des Simsbrettes, das außerdem oben abgeschrägt wird, damit das Wasser leicht und rasch abläuft, wird dem Eindringen des Regenwassers vorgebeugt. Um auch das Schwitzwasser der Fenster

Fig. 179.



In der Regel wird der Brustriegel jedoch durch ein eichenes Simsbrett abgedeckt, in welchem Fall er dann wie die Pfosten aus weichem Holze gefertigt werden kann. Die Anordnung, die Fensterrahmen mit der Außenseite der Wand bündig anzubringen, um die Oberfläche des Brustriegels dem Wetter zu entziehen, ist des unschönen Aussehens wegen, und weil das Fenster selbst den Witterungseinflüssen zu stark ausgesetzt wird, nicht zu empfehlen.

Die Fig. 185 bis 187 zeigen im Durchschnitt, in der inneren Ansicht und im Grundriß eine Anordnung mit

aufzunehmen, ist das innere mit Rinne versehene Simsbrett angebracht, das zugleich die Annehmlichkeit gewährt, kleinere Gegenstände am Fenster niederlegen zu können. Dessen Befestigung erfolgt teils am Riegel und an der Verkleidung, teils auf den „Knaggen“ d.

Die Fenster in der Mitte der Wanddicke anzubringen, findet sehr häufige Anwendung, Fig. 188 und 189. Bei dieser Anlage muß zuerst das Fensterfutter eingesetzt werden, an welches sich die Simsbretter, Fig. 188, sowie die zur Verkleidung der Pfosten und Riegel dienenden Futterstücke,

Fig. 180.

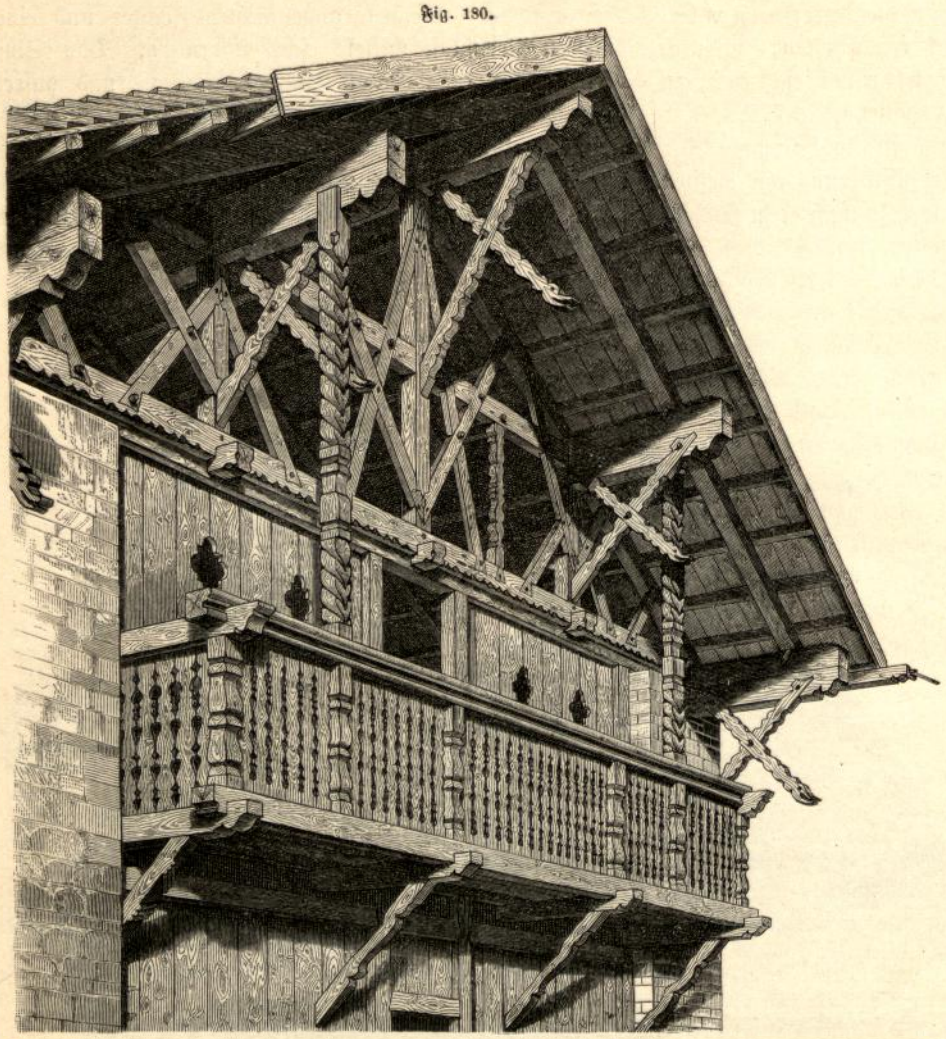


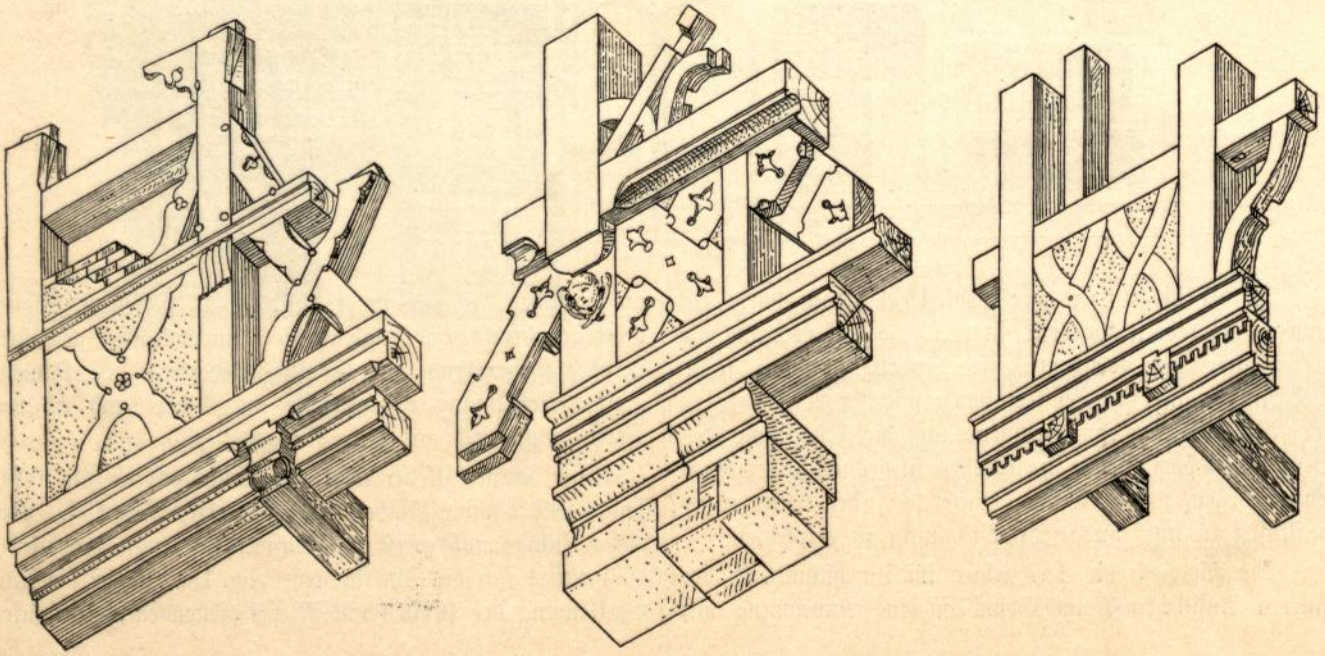
Fig. 189, anschließen. Die Simsbretter sind in das Fensterfutter eingezapft und das äußere Simsbrett erhält eine starke Schräge nebst Wassernase. Häufig wird auch das Simsbrett, der Fuß der Pfosten und die Fensterfutterrahme bis unter den Fensterflügel mit Blech beschlagen, um das Eindringen des Regenwassers an sämtlichen Fugen zu verhindern, Fig. 188 a.

Bei Holzhäusern in der Schweiz [1]) findet man die Fensterpfosten a, Fig. 190 und 191, gehobelt, in welche die Füllhölzer b eingespundet sind, an deren Innenseite die Vertäferung c angebracht ist; die Futterrahmen d der Fenster werden in die Falzen der Pfosten und bündig mit denselben eingesetzt, während an der Außenseite entweder Flügelladen f, Fig. 190, oder Schiebladen g, Fig. 191, angebracht sind.

Bei den Thüren vertritt in den meisten Fällen die

1) Gladbach, Der Schweizer Holzstil.

Fig. 181.



Wandschwelle auch die der Thüre, doch muß sie in vielen Fällen ganz oder zum Teil ausgeschnitten werden, je nachdem der Fußboden des Raumes, zu dem die Thüre führt, mehr oder weniger unter der Oberfläche der Thürschwelle

Fig. 182.

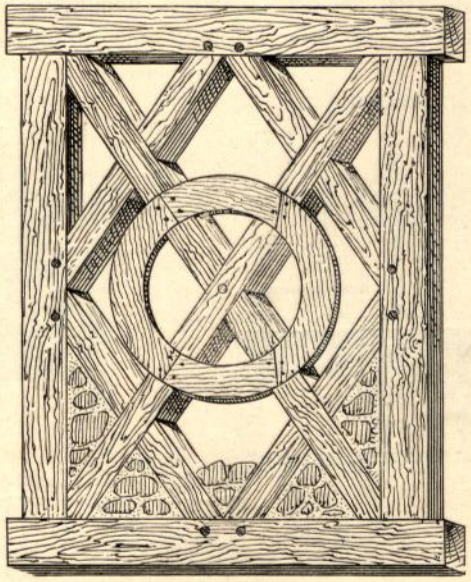
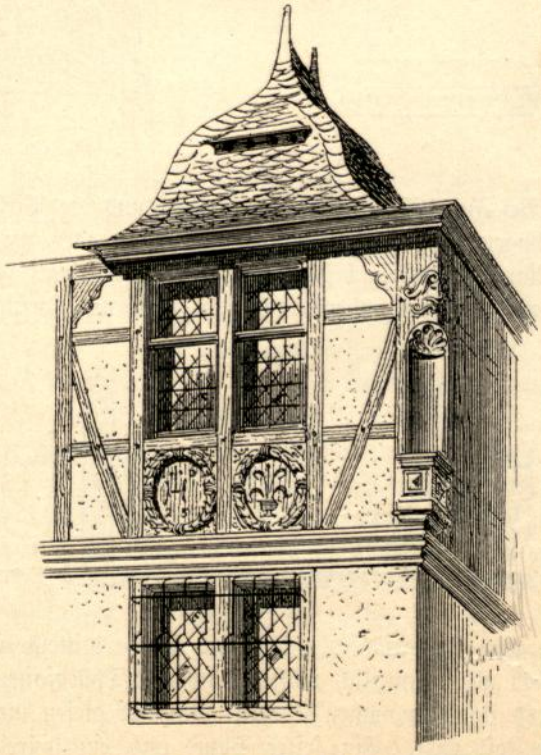
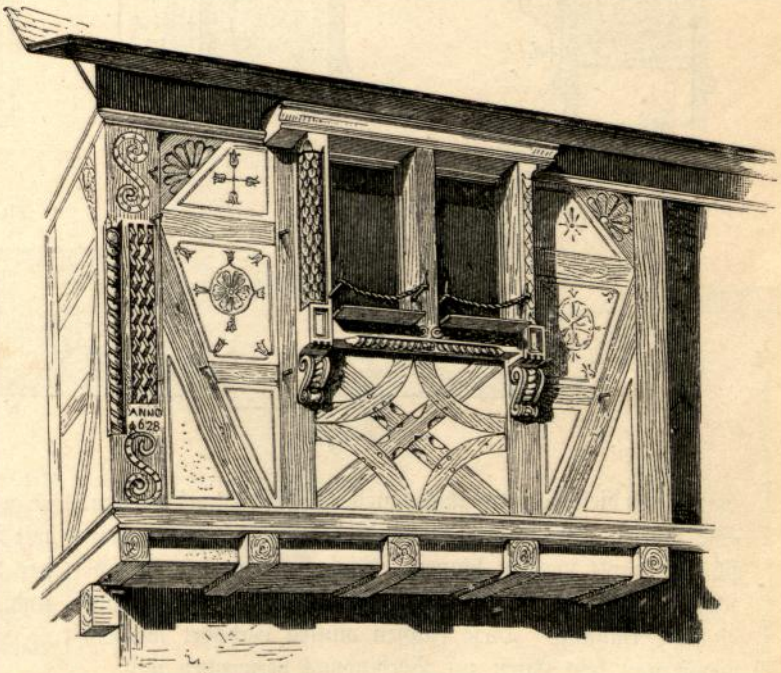


Fig. 183



liegt. Liegt der Fußboden so, daß seine Oberfläche mit der der Schwelle in eine Ebene fällt, so könnte man die letztere hobeln und das Thürfutter nur an den drei übrigen Seiten herumführen, wenn man, wie bei den Thüren der Zwischenwände im Innern der Gebäude, der Thürschwelle keinen Vorsprung geben will. Indessen pflegt man auch in diesem Fall die Schwelle um die Brettdicke auszuschneiden und ein besonderes Futterbrett von Eichenholz einzulegen. Bei den Wänden der Erdgeschosse würde aber bei dieser Lage die Schwelle ihrer ganzen Höhe nach verschüttet werden, deshalb legt man sie höher. Legt man sie nun so, daß ihre Unterfläche mit dem Fußboden in eine Ebene fällt, dieser also mit dem Sockel gleich hoch liegt, so muß die Schwelle in der Thüre ganz ausgeschnitten werden, wenn sie nicht über dem Fußboden vorstehen soll. Dies kann aber für die Wand gefährlich werden, weil dadurch die Längenverbindung aufgehoben wird, weshalb man diese, wo möglich, durch eiserne Schienen wieder herzustellen sucht.

Fig. 184.



Wenn daher keine anderen Gründe dagegen sprechen, so wird es am besten sein, in den unteren oder Erdgeschossen den Fußboden in Beziehung auf die Wandschwelle so hoch zu legen, daß in der Thüre beiläufig die halbe Schwellenhöhe oder so viel ausgeschnitten wird, daß sie noch 7,5 cm stark bleibt. Befindet sich in der Nähe der ausgeschnittenen Stelle ein Stoß der Schwelle, nach dem schrägen Hakenblatt ausgeführt, so muß das Blatt, wie bei A, Fig. 192, unten an das ausgeschnittene Schwellende geschnitten werden, und nicht wie bei B, weil hier nach der Linie a b leicht ein Abspringen erfolgen könnte. Ist die Schwelle aber zugleich eine Saumschwelle und auf ein Gebälk aufgekämmt, so daß ein Balken unter die ausgeschnittene Stelle trifft, so wird man hier die Tiefe der Verkämmung nicht aus der Schwelle, sondern ganz aus dem Balken schneiden.

Bei Einfahrten, deren Schwelle immer unter der Wandschwelle liegt, pflegt man die Anordnung nach Fig. 193 zu treffen. Die Thürschwelle a b liegt hier immer in das Sockelgemäuer versenkt und muß daher von Eichenholz genommen und auch wohl noch mit einigen eisernen Schienen beschlagen werden, wenn sie Dauer gewähren soll. Wenn man hinreichend lange und feste Werksteine haben kann, so

Fig. 185.

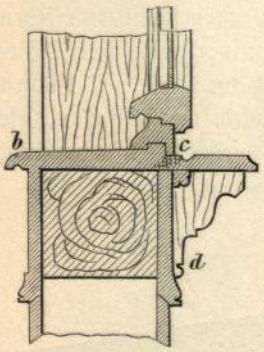


Fig. 186.

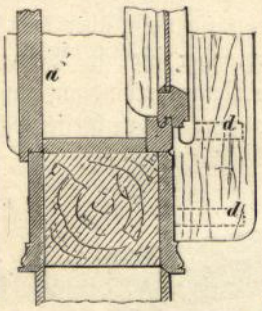


Fig. 187.

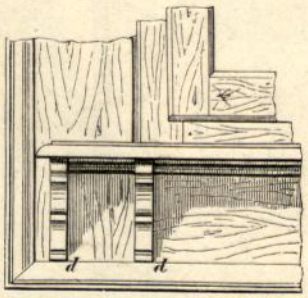


Fig. 188.

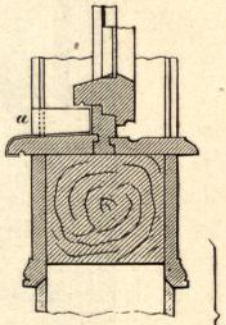


Fig. 189.

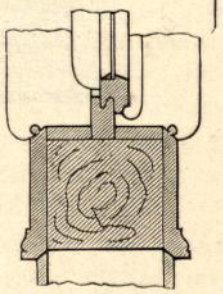


Fig. 190.

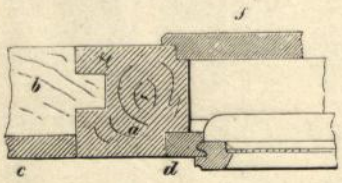
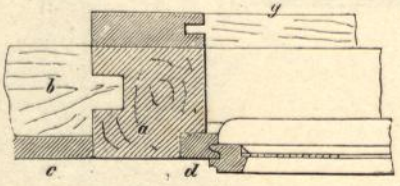
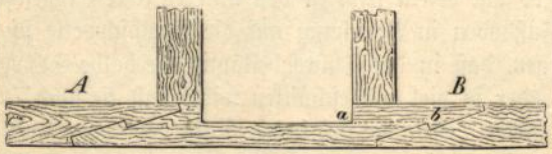


Fig. 191.



eignen sich diese ganz vorzüglich zu dergleichen Thorschwellen. Sie müssen aber so lang sein, daß die Thürpfosten noch in sie eingezapft werden können. Diese sind mit den Wandschwellen bei c c verzapft und hängen außerdem noch auf einer Versatzung. Diese Zapfen müssen verbohrt werden, wenn man kein Eisen zur Verbindung verwenden will.

Fig. 192.

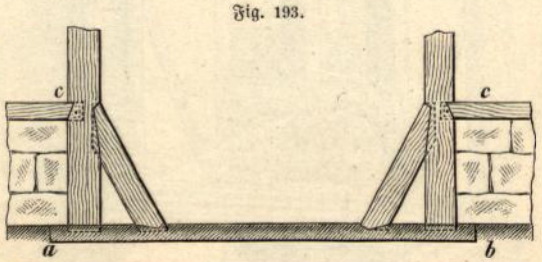


Die Fenster-, noch mehr aber die Thür- und Thorriegel, die für die Öffnungen den Sturz bilden, werden in die Pfosten außer mit dem Zapfen auch noch mit einer Versatzung eingelassen, so daß sie mit dem vollen Holze aufliegen. Der Tragkraft dieser Riegel kommt man zuweilen durch konsolartige Knaggen in den Ecken zu Hilfe, die, nach mancherlei Formen geschnitzt, endlich zu Kopfbändern werden, und dann ausgerundet oder, von krummgewachsenem Holze gemacht, eine Art Bogenarchitektur darstellen, die eigentlich in der Holzkonstruktion keine Begründung findet.

Bei sehr weiten Thoren, über denen eine volle Wand vielleicht durch mehrere Stockwerke sich erhebt, legt man wohl einen verzahnten oder verdübelten Balken als Riegel, wie in Fig. 194, wo der Thorriegel, unmittelbar unter der Pfette liegend, mit dieser verdübelt und verbolzt erscheint.

Bei Fig. 195 fehlt der Thorriegel und die Pfette ist mit Bügen gegen das Einschlagen gesichert, oder, wenn es der Raum gestattet, bringt man einen Thorriegel versatzt und auf Knaggen ruhend, an, Fig. 196, und sprengt die

Fig. 193.



durch eine Hängesäule unterstützte Pfette mittels zweier Streben ab. Natürlich müssen dann die Thürpfosten hinreichend stark genommen werden, weil auf diesen nun die ganze Last ruht. Ein fester Stand und ein hinreichend starker Querschnitt sind für Thür- und Thorpfosten schon deshalb erforderlich, weil an ihnen die oft schweren Thürflügel befestigt werden, die bei ihrer Bewegung nachteilige Erschütterungen hervorrufen können.

Auf Tafel 3 geben wir nach Böttchers Holzarchitektur des Mittelalters einige Beispiele von Thürbildungen mittelalterlicher Holzbauten, bei denen die obere Begrenzung der Thüröffnung verschiedene Linien zeigt, die durch ausgeschweifte und scharf eingepaßte Holzstücke hergestellt sind.

Fig. 194.

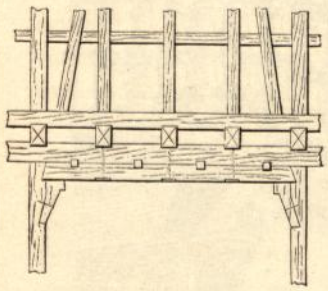


Fig. 195.

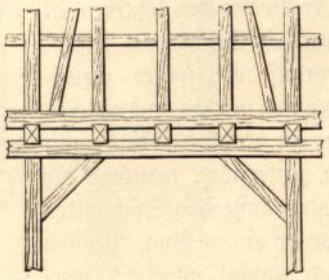
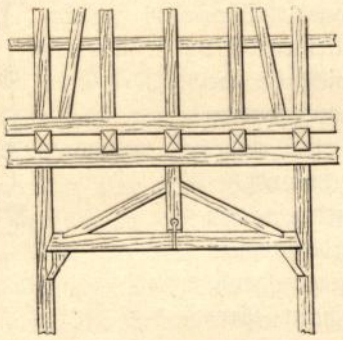


Fig. 196.



Soll über einem Fenster oder einer Thüre eine Art Verdachung, eine Bekrönung, angebracht werden, so erfolgt dies gewöhnlich durch ein Gesimsbrett, das über dem Fensterriegel auf Knaggen befestigt und zum Schutz gegen die Witterung am besten mit Zink beschlagen wird, Tafel 4, Fig. 1, 2 und 5. Diese Tafel zeigt in Fig. 1 und 2 eine Thüröffnung in Verbindung mit einem Balkon und einem einfachen Fenster in Fig. 3 und 4, und ferner die Bildung zweier übereinander liegenden Doppelfenster in Fig. 5 bis 8. In Fig. 1 sind Thürpfosten und Riegel gehobelt und nach außen mit geschnitzten Brettern verkleidet, worüber die aus Knaggen, Häng- und Deckbrettern bestehende Verdachung angebracht ist. Das Thürgestell befindet sich in einer Blockwand und besteht aus zwei Pfosten, welche die Enden der Balken aufnehmen und die in den als Thürriegel dienenden Balken eingezapft sind. Das Fenstergestell, Fig. 3 und 4, besteht aus gehobeltem und profiliertem Holz. Dasselbe tritt über die Mauer weit vor, um eine kräftige Schattenwirkung zu erreichen, weshalb der „Brustriegel" durch zwei eingemauerte Träger gefaßt wird. Das Simsbrett, sowie der Fuß der Pfosten und ebenso die Verdachung sind mit Zinkblech beschlagen angenommen.

Auch das in Fig. 5 und 6 dargestellte Doppelfenster zeigt eine ähnliche Durchbildung mit weit vorgesetzter Umrahmung, die auf vortretenden Balkenköpfen mit Konsolen und Füllhölzern aufruht, und oben mit einer stark ausladenden Verdachung versehen ist. Das untere Doppelfenster ist mit einer sogenannten Blumenbank versehen. Die

Fig. 197.

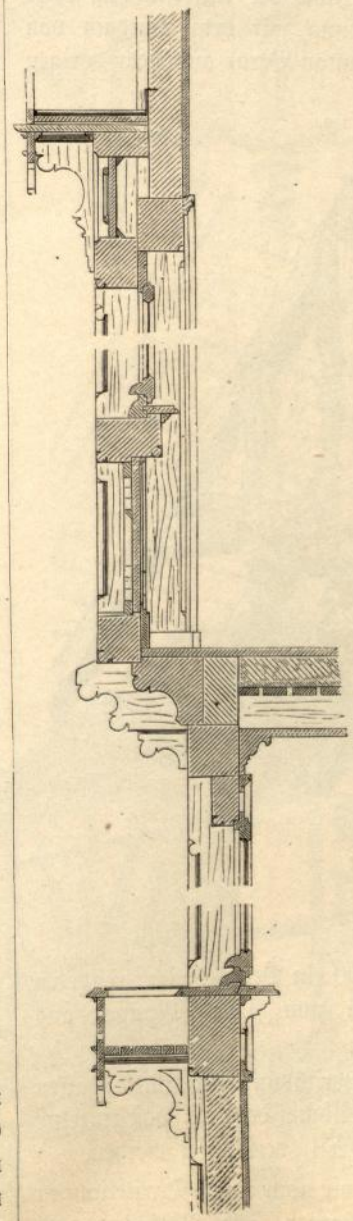
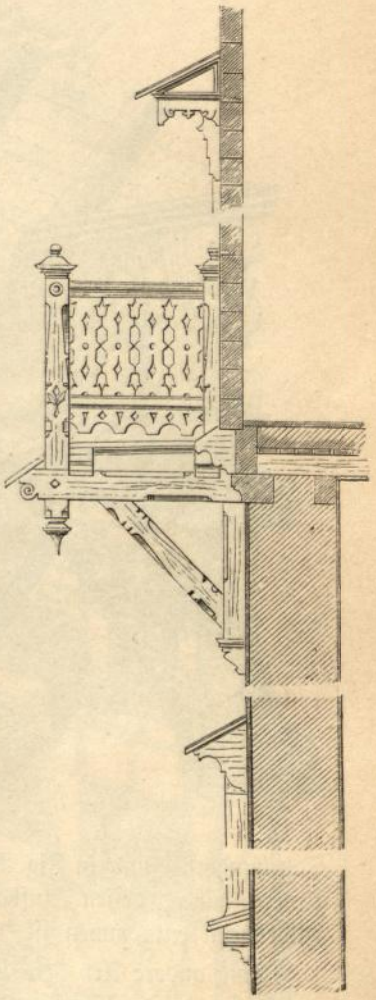


Fig. 198.



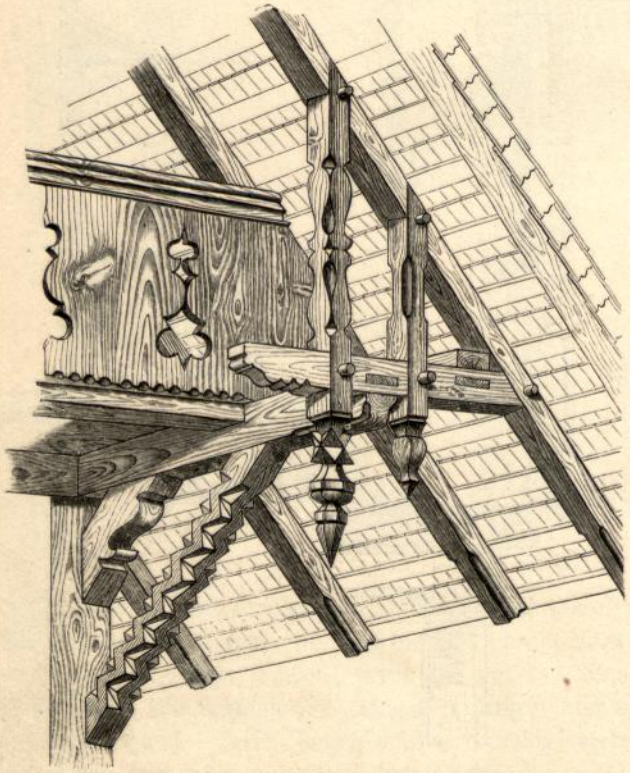
ganze Anordnung ist im Durchschnitt in Fig. 197 verdeutlicht.

Der Boden des Balkon, Fig. 1 und 2, Tafel 4, ruht auf Balken auf, welche unabhängig sind vom Stockgebälk und mittels besonderer Träger unterstützt werden. Die Traghölzer der Balken werden, zur Aufhebung des nach

außen wirkenden wagrechten Zuges, entweder mit der Mauer verankert oder mit dem Stockgebälke fest verbunden. Die Köpfe dieser Hölzer werden ausgeschert, damit die zu beiden Seiten ausgeschnittenen Geländerpfosten eingestreift und verschraubt werden können, welche Verbindung der Verzapfung vorzuziehen ist. Die Seitenansicht von Fig. 1 und 4, Tafel 4, ist in Fig. 198 dargestellt.

In Fig. 199 geben wir noch die Unterstützung einer Gallerie (Laube) in Verbindung mit dem Vordach von einem Hause in Eggiwyl (Kanton Bern) aus dem vorigen

Fig. 199.



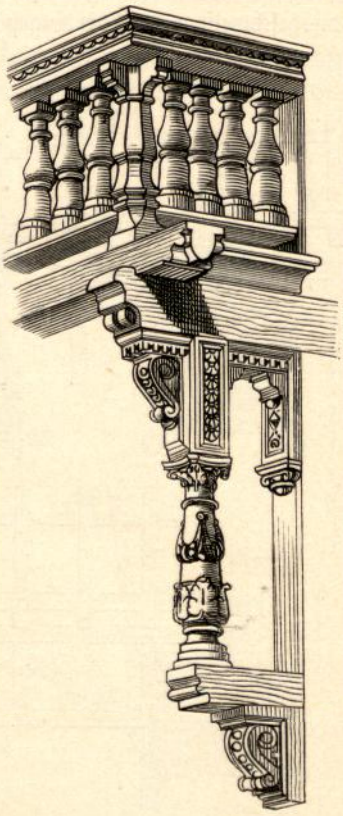
Jahrhundert [1]) und in Fig. 200 ein Beispiel einer reicheren Unterstützung, dessen Aufbau zum Theil Motiven aus Hildesheim entnommen ist. [2])

Eine andere Art der Unterstützung der Balkonbalken ergiebt sich bei der Blockwandbildung dadurch, daß einzelne Balken der Querwände, Fig. 201, verlängert werden.

Auf Tafel 5 bis 7 geben wir noch einige Darstellungen von ausgeführten Fachwerksbauten mit Balkonen und Lauben, zu denen wir kurz bemerken:

Tafel 5 zeigt die beiden Fassaden eines zweistöckigen Gebäudes mit übersetzten Wänden. Die Kniewände und Wandflächen an den Giebeln sind verschalt. Zum Schmucke des Gebäudes sind Balkone, ein offener und ein überdeckter, angebracht.

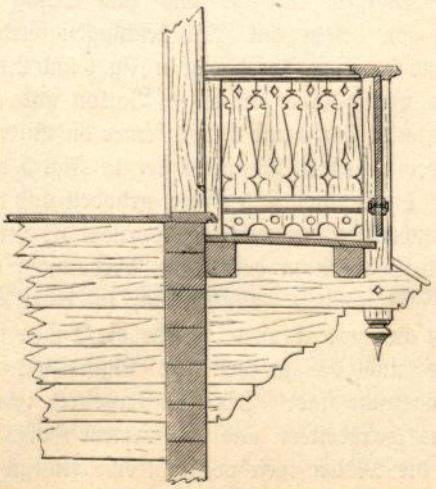
Fig. 200.



Tafel 6 stellt in Fig. 1 bis 4 einen dekorierten Giebel dar mit Balkon auf einem steinernen Gebäude. Der Boden des letzteren ist durch ein Stichgebälk, Fig. 4, worauf wir später zurückkommen werden, und welches in ein Kopfholz eingezapft ist, unterstützt, während die beiden äußersten Stichbalken von je einem Bug, Pfosten und Konsol abgesteift werden. Das Geländer besteht aus Pfosten, Deckgesims, Brüstungsbrettern, „Doggen“ und Sockelleisten. Die Pfosten sind nicht in das Kopfholz eingezapft, sondern besser in dasselbe eingeschoben und verschraubt.

Tafel 7 giebt eine von dem früheren verdienstvollen Bearbeiter dieses Handbuches, Oberbaurat Professor Lang, ausgeführte Veranda; dazu sei nur erwähnt, daß das Übersetzen der oberen Pfosten und Einsetzen derselben in die Balkenköpfe

Fig. 201.

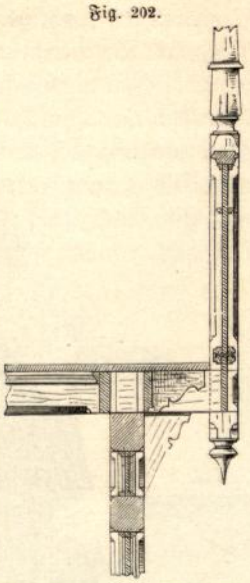


nebst Verschraubung mit denselben hauptsächlich aus dem Grunde erfolgt ist, damit sich kein Regenwasser in die Zapfenlöcher einsetzen und Fäulnis erzeugen kann, Fig. 202.

1) Gladbach, Der Schweizer Baustil.
2) Handbuch der Architektur, Tl. III, Bd. II, Heft 2.

Eine perspektivische Ansicht der Pfostengruppe an der Ecke der oberen Halle ist in Fig. 203 dargestellt.

Fig. 202.



Was schließlich die vor die Fluchten vortretenden Erkerausbauten betrifft, so können diese entweder auf Steinkonsolen aufruhen, wie solche bei massiven Unterbauten vielfach angeordnet werden, oder die Unterstützung erfolgt durch vorgeschobene und entsprechend unter sich verbundene Balken und Abspreizung durch Kopfbänder, welche sichtbar bleiben, wie an den in Fig. 204[1]) dargestellten Erkertürmchen aus Münstermayfeld im Moselthale, oder sie werden verschalt, wie an dem reizenden Holzhaus in Schwaigern (Württemberg) Fig. 205.[2])

Es finden sich aber auch Bildungen, bei denen die Unterstützung vorgekragten Steinplatten nachgebildet ist, wie auch der Holzaufbau Nachbildungen von Steinformen zeigt, wie z. B. das hübsche Erkertürmchen Fig. 206 aus Rothenburg a. d. Tauber, das aus Postamenten, Muschelnischen, Pilasterhermen und Architravplatten mit Bekrönungsgesimsen zusammengefügt ist.

Fig. 203.

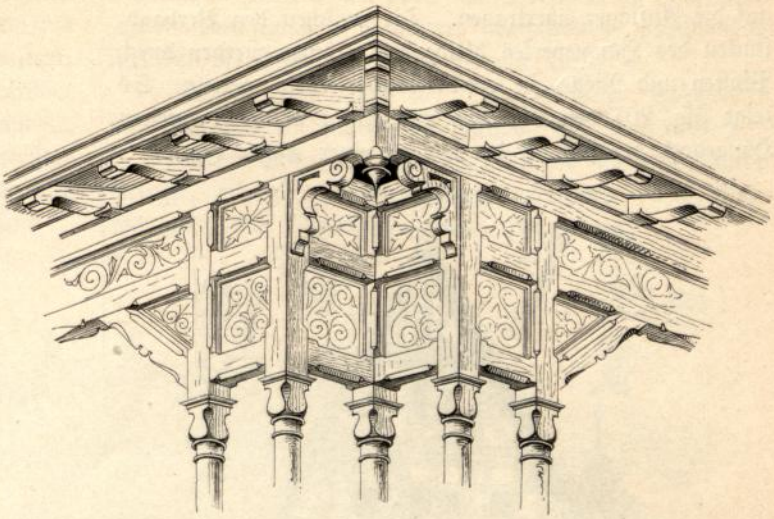
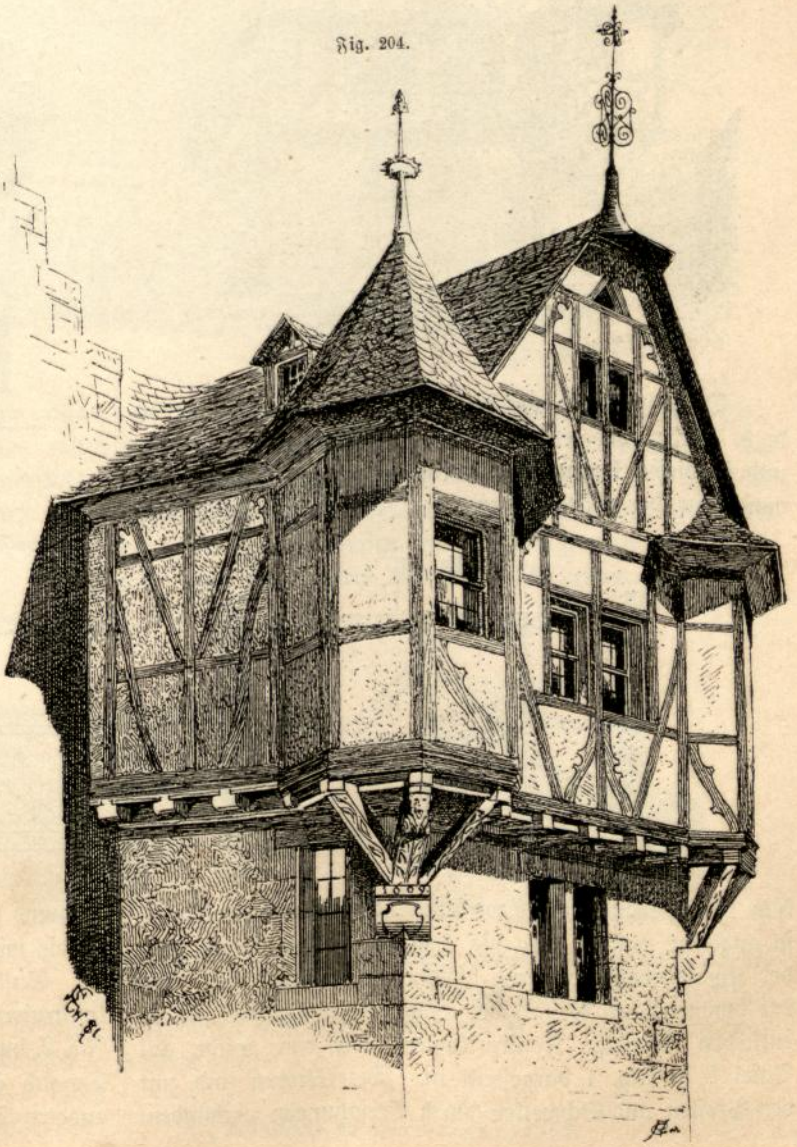


Fig. 204.



§ 4.

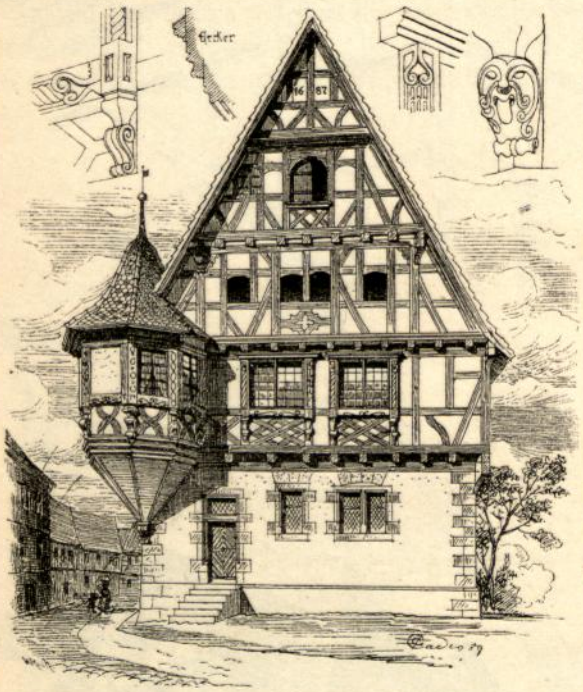
Die Spreng- oder Hängewände.

Bei den im § 2 besprochenen Konstruktionen der Riegelwände ist angenommen, daß diese auf einem Fundament oder auf anderen Wänden ruhen, so daß die Schwellen in ihrer ganzen Länge eine unmittelbare Unterstützung finden. Häufig kommt aber der Fall vor, daß die Wände überm „Hohlen" ausgeführt werden sollen, so daß die Schwelle nur an den Enden unterstützt ist. Dann müssen sogenannte Spreng- oder eigentlich Hängewände konstruiert werden. Der leitende Gedanke dabei ist, daß man die Wandschwelle als Tramen eines Hängewerkes

1) Zeitschrift für bildende Kunst, 1882.
2) Paulus, Denkmäler in Württemberg.

ansieht, dessen Hängesäulen und Streben die Wandlast auf die Auflager übertragen. Die zwischen den Verbandstücken des Hängewerkes bleibenden Flächen werden durch Pfosten und Riegel in entsprechender Weise geteilt. So zeigt Fig. 207 den einfachen und Fig. 208 den doppelten Hängebock, der sich bei der Anlage einer Thüre ergiebt.

Fig. 205.



Dergleichen Wände sind meistens Querscheidewände, d. h. solche, die senkrecht auf den Frontmauern stehen, und in diesen liegen die Thüröffnungen nur dann zweckmäßig in der Mitte, wenn die Zimmertiefe mindestens

Fig. 206.

Fig. 207.

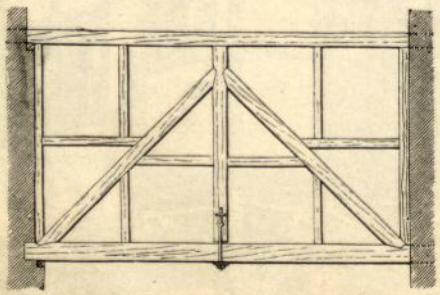
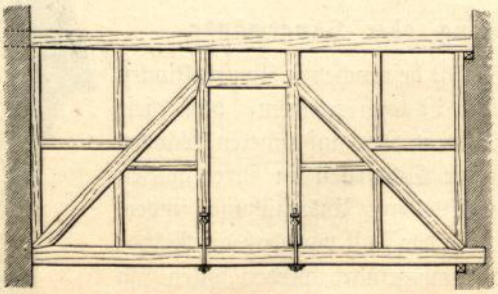


Fig. 208.



5 m beträgt; andernfalls wird die Thüröffnung gewöhnlich so angelegt, daß sie 0,90 bis 1,20 m von der Front- oder der Korridorwand entfernt bleibt. Man muß dann von der symmetrischen Gestalt der Hängewerke abgehen und es entstehen netzartige Konstruktionen, wie eine solche auf Tafel 8 in Fig. 1 dargestellt ist. Die Streben sind mit den Pfosten und Schwellen durch Versatzungen verbunden, während die Zangen mit schwalbenschwanzförmigen Blättern in die mit ihnen verbundenen Hölzer eingelassen sind.

Soll ein Teil der Wand massiv als Feuerwand konstruiert werden, so kann eine Hängestrebe nach Tafel 8, Fig. 2, durch einen einhüftigen Backsteinbogen ersetzt werden. Da sich ein solcher indessen mehr setzt als die auf der anderen Seite liegende Strebe, so ist die in Fig. 3, Tafel 8,

gezeichnete Anordnung vorzuziehen, bei welcher die Holzstreben durch zwei doppelte eiserne Bänder ersetzt sind und die Wand an die Pfette aufgehängt wird. Diese Konstruktion eignet sich auch vortrefflich, um bestehende früher unterstützt gewesene Wände in Hängewände umzuwandeln, da dabei die Wand in ihrem ganzen Bestande erhalten werden kann. Die Schwelle darf jedoch nicht gestoßen sein, sondern muß ununterbrochen durchlaufen, Fig. 3, Tafel 8.

Die Konstruktionen der Sprengwände sind im allgemeinen als veraltet anzusehen, da diese Wände mit Hilfe von I Trägern einfacher und sicherer unterstützt werden können. Auch können die Wände vorteilhaft als eiserne Riegelfachwände ausgeführt werden, s. Deutsche Bauzeitung 1898, S. 506.

das sind auf allen vier oder auf drei oder nur auf zwei Seiten ebengehauene Stämme, unmittelbar aufeinander legt, bis die Höhe der Wand erreicht ist.

Fig. 10 zeigt eines der ausgezeichneten Schweizer, und Fig. 209 ein russisches Blockhaus aus Kostroma.[1])

An den Ecken und überhaupt da, wo sich zwei Wände kreuzen, erfolgt die Verbindung entweder durch Verkämmung oder Überblattung oder Verzinkung.

Fig. 209.

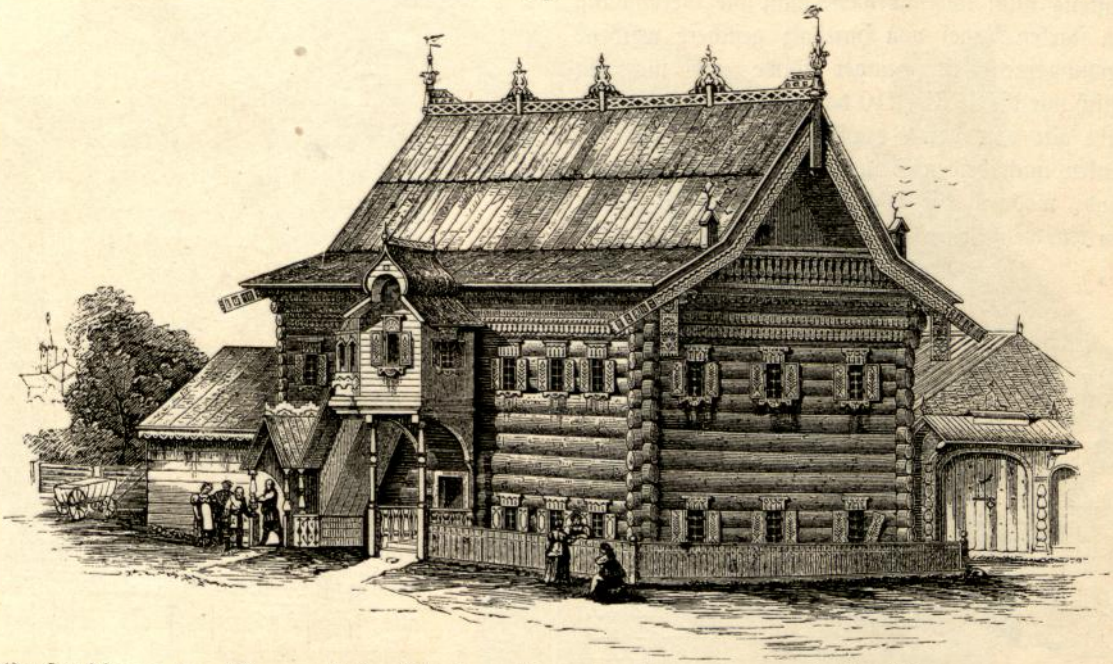


Fig. 210 zeigt die Verkämmung, wobei jedes Holz vor dem Kamme einen Kopf behält, wodurch sich die aufeinander gelegten Balken fest verknoten und sich die Wände gegenseitig vortrefflich verankern. Bei dieser Art der Verkämmung treffen die Lagerfugen zweier Hölzer der einen Wand stets auf die Mitte eines Holzes der anderen, so daß, wenn beide Wände gleich hoch werden sollen, auf die eine entweder noch ein besonderes Holzstück aufgefüttert oder das oberste um so viel höher genommen werden muß.

Fig. 210.

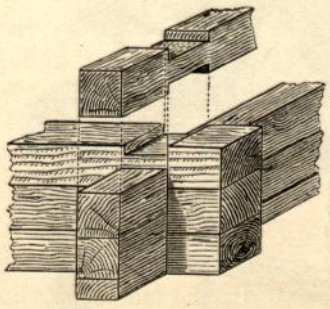


Fig. 211.

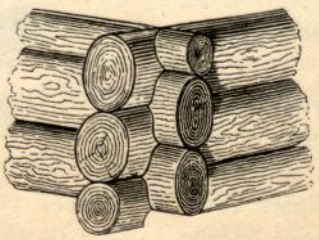
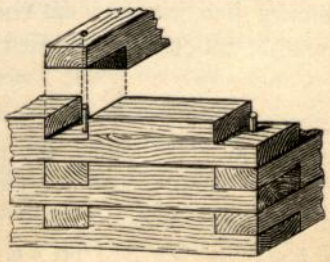


Fig. 212.



§ 5.
Die Blockwände.

Die Block- oder Schurzholzwand ist nur in sehr holzreichen Gegenden, wie in Rußland, Polen, Galizien, in der Schweiz, in Tirol u. s. w. gebräuchlich. Die Konstruktion besteht darin, daß man die Schurzhölzer,

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1881.

Wird die Blockwand aus unbeschlagenen Stämmen hergestellt, wie dies wohl in höheren Gebirgslagen und bei einfachen Baulichkeiten vorkommt, so ergiebt sich die Verkämmung nach Art von Fig. 211. Die Hirnenden der Hölzer können, wenn erforderlich, gegen die Witterungseinflüsse durch vorgenagelte Brettstücke geschützt werden, die jederzeit leicht durch neue ersetzt werden können.

Bei der Überblattung, Fig. 212, bei der sich die Hölzer meistens nicht überschneiden, muß die Verbindung durch einen starken Nagel von Hartholz gesichert werden; die Verbindungsweise ist weniger solide und nicht so charakteristisch wie die in Fig. 210 dargestellte Verkämmung, und dasselbe gilt von der Verzinkung, Fig. 213, bei der die Zinken nach beiden Seiten schwalbenschwanzförmig gestaltet sind, wodurch die Hölzer ohne Anwendung von Nägeln am Ausweichen verhindert werden (s. a. Fig. 98 b).

Fig. 213.

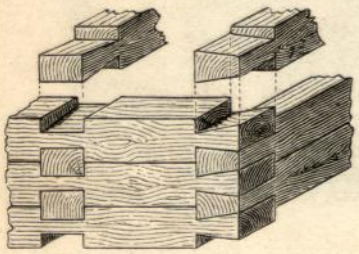
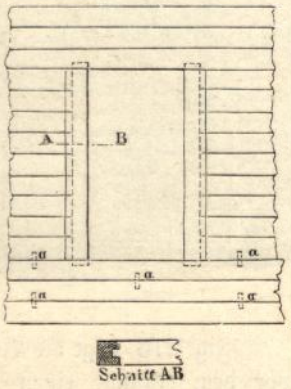


Fig. 214.



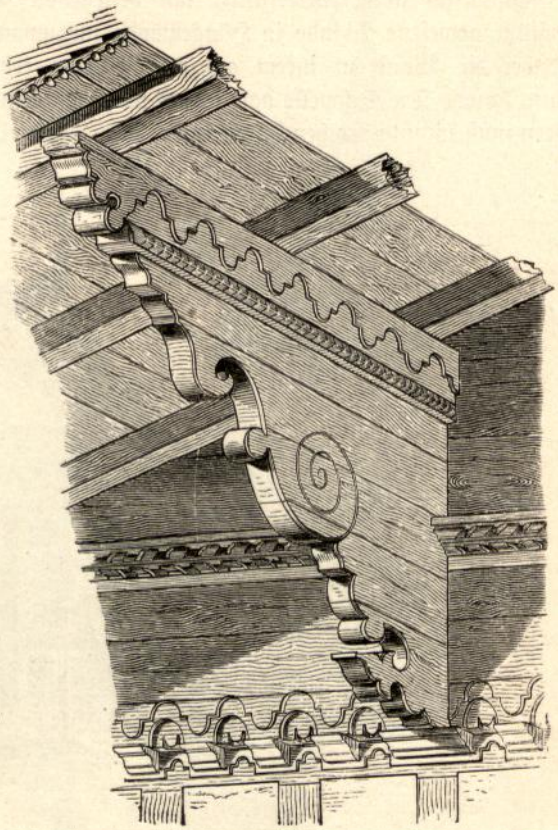
Schnitt AB

Die Fenster- und Thüröffnungen in diesen Wänden werden auf die Art hergestellt, daß die Thür- und Fensterpfosten auf dasjenige Schurzholz, das die Schwelle oder den Brustriegel bildet, eingezapft und ebenso mit dem den Fenster- und Thürriegel bildenden Holze verbunden werden. Die Pfosten sind seitwärts mit Nuten versehen, in die die Schurzhölzer mit Zapfen eingreifen, Fig. 214 und Tafel 4, Fig. 1.

Liegen die Hölzer ohne weitere Verbindung aufeinander, so wird bei größerer Länge ein seitliches Ausbiegen einzelner Hölzer möglich, was durch Verdübelung auf je etwa 1,80 m verhindert wird, wie dies bei den russischen Blockbauten üblich ist, Fig. 214 bei a a. Um derartige Wände, auf denen infolge des unvermeidlichen Arbeitens der Hölzer kein Verputz haftet, dicht zu bekommen, werden die Lagerfugen entweder mit Moos ausgelegt, oder, wie in Rußland gebräuchlich, kalfatert, indem aus Werg lose gedrehte Seile mit einem stumpfen Stemmeisen und Schlägel in die Fugen getrieben werden.

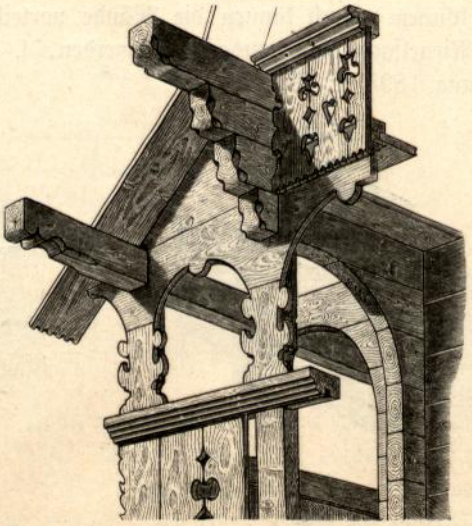
Tafel 9 zeigt ein solches aus Blockwänden konstruiertes Gebäude, einen Käsespeicher aus Böningen.[1]) Um das

Fig. 215.



Gebäude gegen die Bodenfeuchtigkeit zu schützen, ist es vom Boden abgehoben und nur durch einzelne Pfosten

Fig. 216.



unterstützt; das Dach ist mit Schindeln gedeckt, und diese sind durch große Steine gegen das Abheben durch Stürme

1) Gladbach, Der Schweizer Holzstil.

gesichert. An den Ecken sind die Hölzer verkämmt, und oben kragen die Balkenköpfe übereinander vor, wodurch eine äußerst malerische und für den Holzbau charakteristische Unterstützung der Pfetten oder der weit ausladenden Sparren entsteht. Ein reicheres Beispiel einer solchen konsolartigen Unterstützung zeigt Fig. 215, vom Schulhaus zu Rougemont,[1]) und Fig. 216[1]) giebt eine Anordnung mit vorgebauten Lauben auf bogenförmig ausgeschnittenen Blockhölzern (s. auch Fig. 10, 11 und 201).

§ 6.

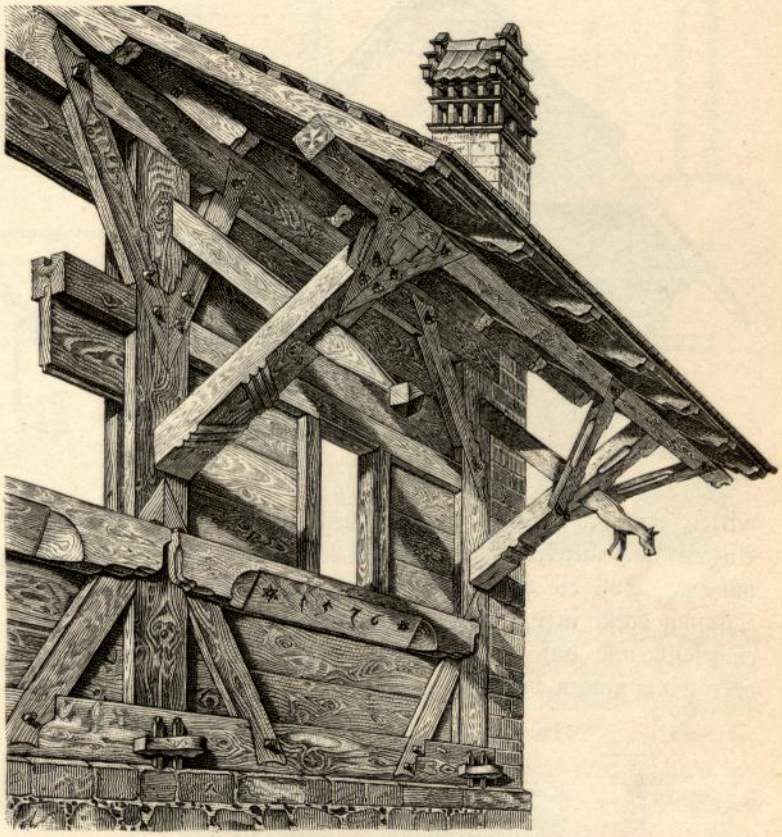
Die Bohlen- und die Bretterwände einschließlich der Ständerblockwände.

Die Bohlen- oder Dielenwände erhalten wie die Riegelwände Schwelle, Pfette, Eck-, Bund-, Thür-, Fenster- und Zwischenpfosten, wogegen die Riegel und die schrägen Verbandhölzer fehlen und die Fache nicht ausgemauert, sondern mit Bohlen oder starken Dielen, oder auch mit Blockhölzern, Füllhölzern geschlossen werden. Zu diesem Zwecke erhalten die Pfosten Nuten, in welche die wagrecht liegenden Bohlen eingeschoben werden, Tafel 10, Fig. 1, 2 und 3, deren Stärke 3 bis 6 cm beträgt bei 1,5 bis 2,5 m Entfernung der Pfosten. Werden statt der Bohlen Blockhölzer verwendet, so greifen diese mit Zapfen in die Nuten der Pfosten ein, Fig. 190 und 191. Die wagrecht laufenden Fugen werden wie bei den Blockwänden gedichtet; die Bohlen können einfach gefugt oder gemessert, oder besser gefalzt oder gespundet werden, Tafel 10, Fig. 7, wenn nötig unter Anwendung von Moos oder Werg zur weiteren Dichtung. Da bei diesen Wänden die Pfetten durch die Pfosten unterstützt werden, so nehmen sie an dem durch das Zusammentrocknen der Füllhölzer entstehenden Setzen nicht Teil, und es wird sich deshalb zwischen dem obersten Füllholze und der Pfette eine Fuge bilden, die durch eine Leiste geschlossen wird, welche selbstverständlich an das Rahmholz, und nicht etwa an das Füllholz, befestigt werden muß, oder es werden mit Rücksicht auf das Eintrocknen der liegenden Wandhölzer alle Pfosten mit einem schwebenden Zapfen versehen, wie dies bei den Schweizer Ständerbauten geschieht.[1]) Hierbei rechnet man etwa $1^1/_2$ bis 3 Proz. Senkung der Wand und richtet nach diesem Maß die Länge der schwebenden Zapfen.

Ein Beispiel derartiger Konstruktionen giebt beistehende Fig. 217, die einen Teil eines Hauses in Wytikon[1]) darstellt und den Ständerbau der Schweiz nach der älteren Bauweise zeigt. Die Pfosten sind durch Büge verstrebt, die schwalbenschwanzförmig überblattet sind und sich dicht vor die eingeschobenen Bohlen legen. Die Schlitzzapfen der Grundschwellen von den Seiten- und Scheidewänden treten vor die Grundschwelle vor und sind durch mehrere Holznägel außen befestigt.

Die malerischen Schwarzwaldhäuser zeigen dieselbe Konstruktion; Fig. 218 giebt ein Bild eines solchen aus Gutach.[1])

Fig. 217.



Eine ähnliche Wand, nur mit dem Unterschiede, daß die Bohlen senkrecht gestellt und in die ausgefalzten Schwellen, Pfosten und Pfetten eingelegt werden, zeigen die Fig. 4, 5 und 6, Tafel 10. Dabei werden die zur Befestigung der Dielen notwendigen Riegel, sowie die etwa erforderlichen Verstrebungen um die Falztiefe schwächer als die Pfosten, und die Dielen werden auf ihnen sowie in den Falzen genagelt und der Anschluß durch Deckleisten gedeckt. Die Dielen werden unter sich gefalzt, oder gespundet, oder gefedert, oder nur gefugt und mit Fugenleisten versehen.

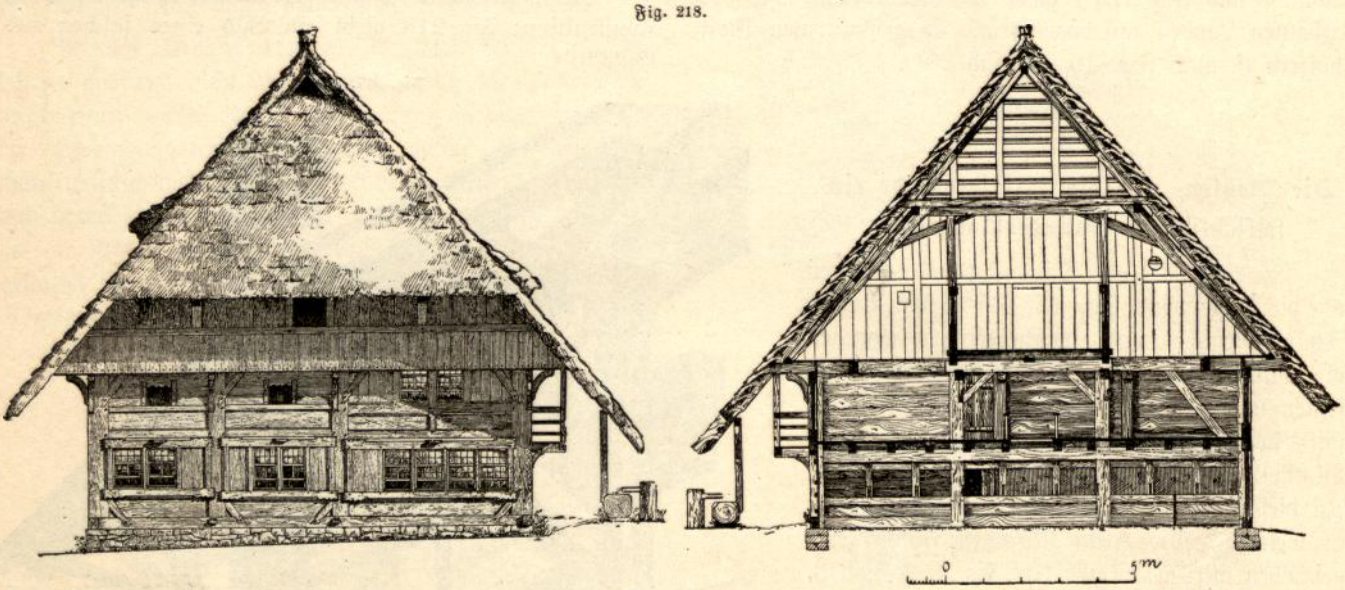
Die Bretterwand wird nur als leichte Scheidewand gebraucht. Sie bildet entweder eine einseitig oder beiderseitig verschalte Riegelwand, wobei die Bretter schräg laufend angeordnet werden, Fig. 219, so daß sie verstrebend

1) Gladbach, Der Schweizer Holzstil.

1) Deutsche Bauzeitung 1895.

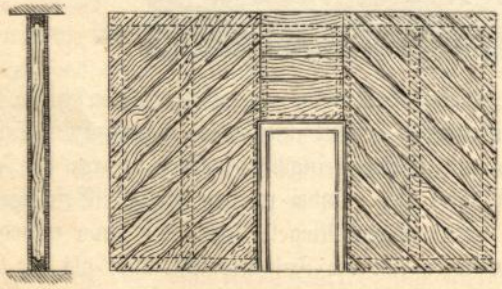
wirken, oder die Wand besteht überhaupt nur aus einer doppelten Bretterlage ohne Holzgerippe, Fig. 220. Bei dieser Konstruktion werden die beiden Bretterlagen so übereinander gelegt, daß bei der einen die Fugen lotrecht aufsteigen, während sie sich bei der anderen in schräger Richtung der Mitte zuwenden, also ebenfalls verstrebend

Fig. 218.



wirken, und beide Lagen werden durch eine ausreichende Anzahl umgenieteter eiserner Nägel fest miteinander verbunden. Soll die Wand eine Thür erhalten, so wird die Öffnung dafür in der Wand ausgespart, mit einer Zarge eingefaßt, und auf beiden Seiten mit Thürverkleidungen oder Einfassungen versehen.

Fig. 219.

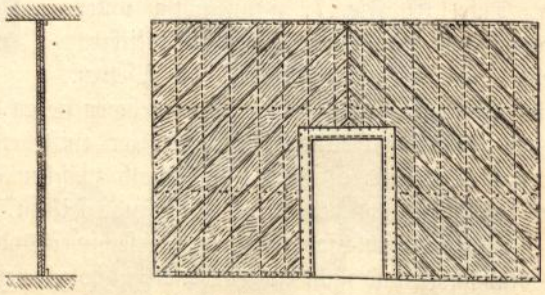


Derartige leichte und gut in sich verstrebte Bretterwände eignen sich besonders zu Scheidewänden, die über dem Hohlen stehen, und die ohne besondere Tragkonstruktionen zwischen Fußboden und Decke eingezogen werden sollen.

Werden die Wandflächen verputzt, so bleiben die Bretter unbehobelt und werden einfach oder besser doppelt verrohrt, was am geeignetsten durch sogenannte Doppelrohrgewebe geschieht. Die Bretter sollen nicht dicht aneinander gereiht werden, sondern offene Fugen zwischen sich lassen, damit sie sich beim Quellen nicht werfen. Statt eines Putzes können die Bretterwände auch mit gut aufzunagelndem Nesseltuch (Sackstoff) überspannt und tapeziert werden.

Zu den Verschalungen können an Stelle der Holzdielen auch Gipsdielen Verwendung finden; diese werden aus Rohr und Gips unter Beimischung von porösen und fest bindenden Stoffen (Haaren, Kork und dergl.) in Stärken von 2 bis 12 cm,[1]) einer Breite von 20 bis 25 cm und in Längen von 2,5 bis 3 m angefertigt, und lassen sich wie Holz nageln und auf jedes Maß zersägen, so daß ihre Verwendung eine einfache und leichte ist. Sie sind feuer-

Fig. 220.



sicher, schlechte Wärmeleiter, schalldämpfend, leicht (pro Kubikmeter 800 kg) und trocken, und werden mit verzinkten Nägeln mit breiten Köpfen, mindestens 3 cm länger als die Dicke des Schilfbrettes, an die Pfosten befestigt. Bei Maueranschlüssen müssen die Gipsdielen circa 2 cm in eine im Mauerwerk ausgesparte Nute

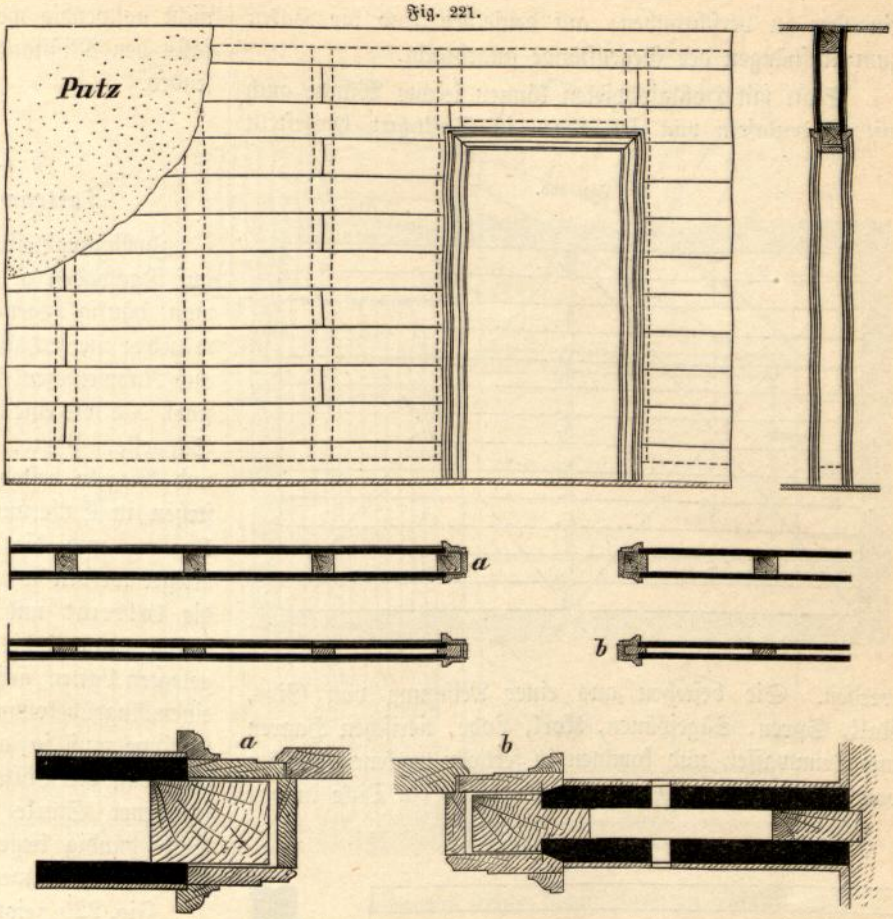
1) Die 10 und 12 cm starken Gipsdielen haben Hohlräume (Hohlgipsdielen).

eingreifen, und die Lager- und die Stoßfugen der verlegten Gipsdielen sowie die Nuten der Maueranschlüsse müssen gut genetzt und mit einem Bindemittel aus Gips und Leimwasser bestrichen werden, um die einzelnen Teile innig zu verbinden. Die Entfernung der Pfosten, Fig. 221, richtet sich nach der Stärke der Gipsdielen und beträgt

bei 2,5 cm starken Dielen 66 cm,
„ 3 „ „ „ 83 „
„ 4 u. 5 cm „ „ 125 „
von Mitte zu Mitte.

Um ganz dünne Wände zu erhalten, können an Stelle der Holzpfosten 3 bis 4 cm starke Bohlen verwendet werden, wobei jedoch für die Thürzargen Holzpfosten anzuordnen sind, Fig. 221 b. Bei Innenwänden wird der Verputz aus Gips, Weißkalk und Sand circa 1 cm stark, bei Außenwänden (für Baracken und dergl.) am besten aus Cementmörtel oder Cementkalkmörtel circa 2 cm stark aufgetragen. Nägel zum Anbringen leichter Gegenstände finden in den Gipsdielen genügenden Halt; schwerere Gegenstände sind am Holzgerippe zu befestigen.

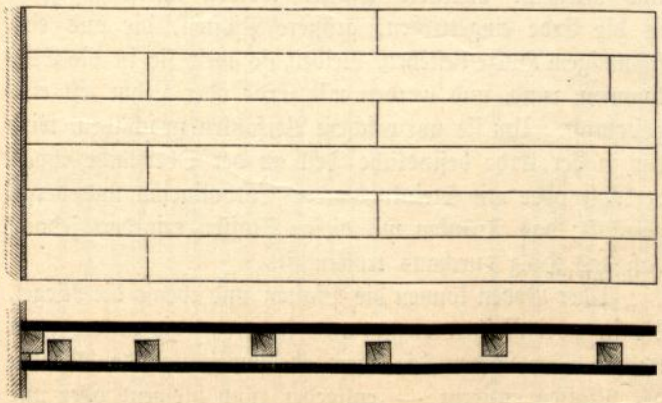
Fig. 221.



Diese hohlen, beiderseits mit Gipsdielen verschalten Wände finden mit Vorteil bei Schiebethürkonstruktionen, wenn nur geringe Mauerstärken zur Verfügung stehen, Anwendung.

Zur Herstellung schalldichter Scheidewände (bei Musik- oder Sprechzimmern und dergl.) sind die zur Befestigung

Fig. 222.



der Gipsdielen nötigen Holzpfosten für jede Wandfläche besonders anzuordnen, um die Schallübertragung zu verhindern, Fig. 222. Bei Verwendung von 7 cm starken Gipsdielen oder von 10 und 12 cm starken Hohlgipsdielen werden die Pfosten in Entfernungen von 2,5 bis 5 m Entfernung aufgestellt, die Gipsdielen im Verband dazwischen aufgesetzt, die Fugen mit Gipsmörtel-Leimwasser bestrichen, besonders aber die Fugen längs der Pfosten mit Gipsmörtel ausgegossen, die Gipsdielen an den Stoßfugen außerdem von oben her mit verzinkten Nägeln zusammengenagelt. Die Pfosten erhalten entweder dreieckige Ausnutungen oder sie werden mit Dreikantleisten versehen, und zur Anbringung des Verputzes verrohrt oder mit verzinkten Drahtgeweben überzogen.

Bei Verwendung von 10 und 12 cm starken Hohlgipsdielen können statt der Holzpfosten mit Vorteil I Ständer angeordnet werden (eiserne Riegelfache).

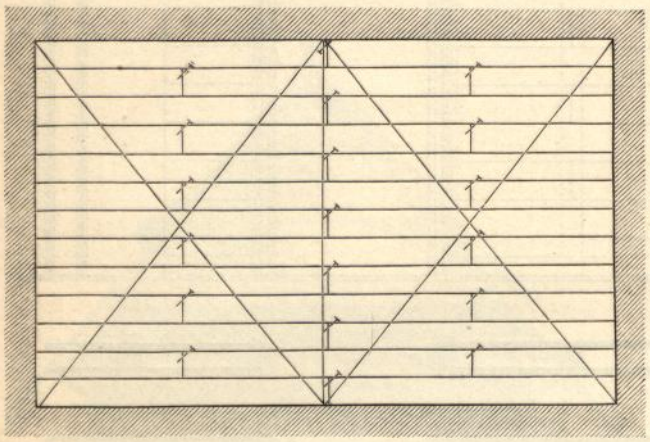
Es ist sogar möglich, mit 5 bis 7 cm starken Gipsdielen Zwischenwände ohne Zwischenpfosten auszuführen, indem nach Fig. 223 7 mm starkes Rundeisen in die Gipsdielen eingelassen und mit Krampen am Fußboden und an der Decke befestigt wird.

Zur Befestigung von schwereren Gegenständen an solchen Wänden, bei denen die Holzpfosten fehlen oder in größeren Abständen stehen, sind nach Fig. 224 Flachschienen zu beiden Seiten der Wand anzubringen und mit

einander zu verschrauben; auf denselben sind die Haken zum Aufhängen der Gegenstände angebracht.

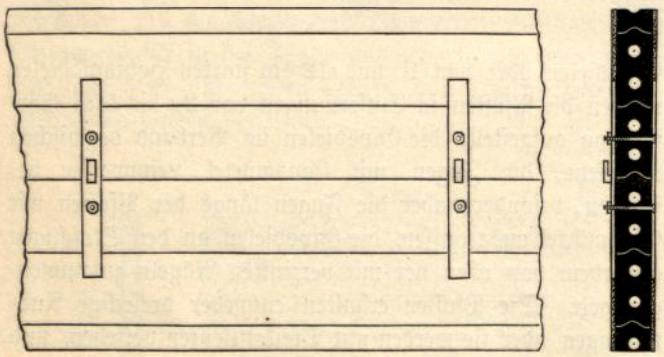
Statt mit Hohlgipsdielen können leichte Wände auch mit Spreutafeln von Dr. Katz in Stuttgart hergestellt

Fig. 223.



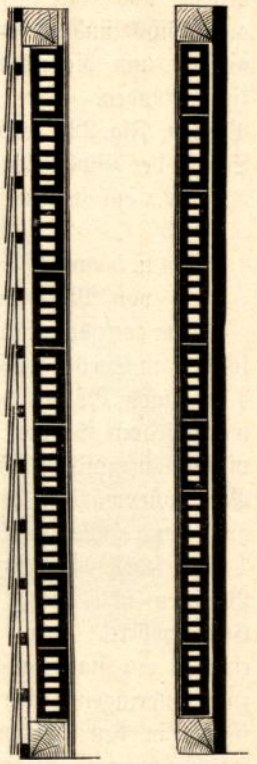
werden. Sie bestehen aus einer Mischung von Gips, Kalk, Spreu, Sägespänen, Kork, Lohe, tierischen Haaren und Leimwasser, und kommen in fertigen trockenen Stücken von 0,67 m Länge, 0,30 m Breite bei 10 cm Dicke in den

Fig. 224.



Handel. Sie lassen sich gleichfalls mit der Säge zerschneiden und werden in der gewöhnlichen Weise mit Gipsmörtel oder Kalkgipsmörtel vermauert und verputzt. Sie können wie die Gipsdielen nur Verwendung finden an solchen Orten, die den Einwirkungen des Wassers oder feuchten Dünsten nicht ausgesetzt sind; bei Umfassungswänden ist deshalb nach außen entweder Putz oder eine Verkleidung mit Schindeln, Schiefer oder Metall anzubringen, wobei zwischen Spreutafeln und Verkleidung ein Zwischenraum von 3 bis 8 cm gelassen wird, Fig. 224a. Zu Scheidewänden über dem Hohlen eignen sie sich gut, da sie nur circa 55 kg pro Quadratmeter wiegen, so daß in den gewöhnlichen Fällen besondere Tragkonstruktionen nicht notwendig werden. Diese Wände haben jedoch ebenfalls den Mißstand, daß Nägel nur ungenügenden Halt finden.

Fig. 224a.



§ 7.
Lattenwände.

Zu Raumabteilungen in Kellern, auf Dachboden u. s. w. verwendet man häufig sogenannte Lattenwände; sie erhalten ein Gerippe aus Rahmenschenkeln, 7 bis 9 cm stark, das wie eine Riegelwand aus Schwelle, Pfette, Pfosten, Bügen und Riegeln besteht. Die Pfosten stehen in Entfernungen von etwa 1,80 m, und die Büge und die Riegel werden so angeordnet, daß die lotrecht und mit Zwischenräumen von 3 bis 6 cm dagegen gelegten Latten auf je 1 bis 1,2 m einen Nagel bekommen können. Das Gerippe muß so abgebunden werden, daß die Hölzer auch bei verschiedener Stärke auf derjenigen Seite bündig liegen, auf der die Latten befestigt werden.

Fig. 225 zeigt eine solche Lattenwand in der Ansicht und im Durchschnitt, und Fig. 226 einen Teil der festen Wand und der Thüre in größerem Maßstabe.[1])

§ 8.
Zäune und Einfriedigungen.

Die hölzernen Einfriedigungen — Bretter- und Lattenzäune — bestehen aus einem Gerippe von Pfosten und Riegeln. Kleinere Pfosten werden unten zugespitzt in die Erde eingetrieben, größere Pfosten, die aus einstämmigem Holze bestehen, bleiben, so weit sie in die Erde kommen, rund, und werden mit Erde oder Lehm fest eingestampft. Um sie vor raschem Verfaulen zu schützen, wird der in der Erde befindliche Teil an der Oberfläche etwas verkohlt oder mit Steinkohlenteer, Carbolineum und dergl. getränkt; das Tränken mit diesen Stoffen erfordert jedoch, daß das Holz durchaus trocken ist.

Über Boden können die Pfosten und ebenso die Riegel, die in zwei Reihen anzuordnen sind, — die untere etwa 0,30 m über Boden, die obere ebensoweit von den Köpfen der Pfosten entfernt — entweder rund bleiben, oder nur an der Bundseite geebnet oder allseitig bearbeitet sein. Die Anordnungen sind so zu treffen, daß das Wasser

1) Kircher, Vorlagen für den gewerblichen Fachunterricht.

Fig. 225.

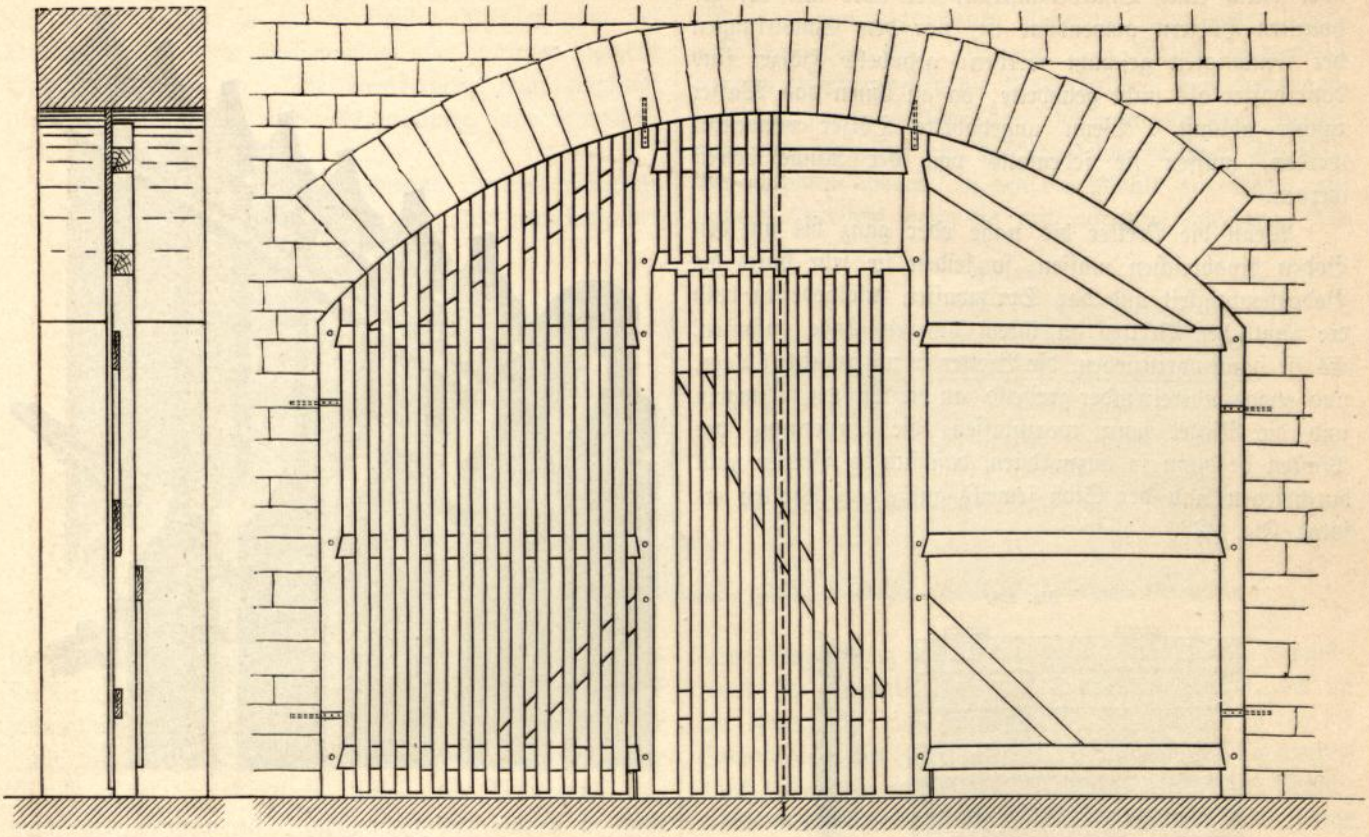
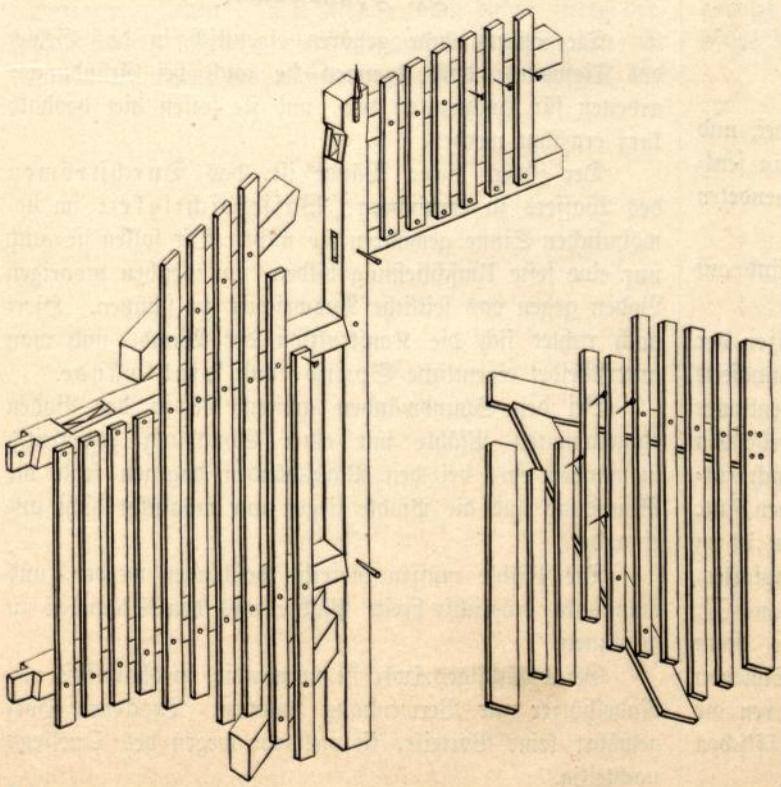
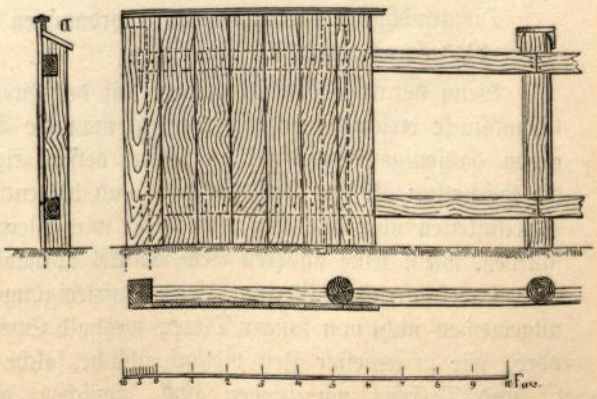


Fig. 226.



nirgends stehen bleibt, sondern überall leicht abfließen kann. Deshalb werden die Köpfe der Pfosten schräg abgeschnitten und wohl auch mit einem Brettstück bedeckt, ebenso deckt man die Hirnenden der Bretter mit einer dachförmig behobelten Leiste, zu deren Befestigung eine Latte nach Fig. 227 wagrecht zunächst den Enden der

Fig. 227.

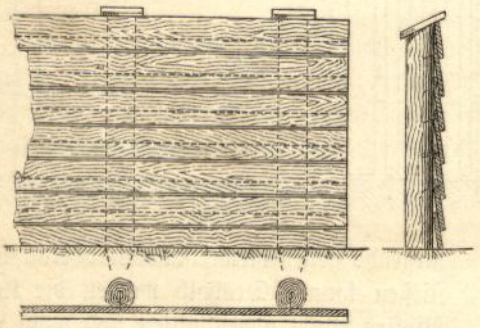


Bretter angenagelt wird, oder die Bretter und Latten werden nach irgend einer Form zugespitzt (fassoniert), Tafel 11. Alles Holzwerk sollte durch Tränken mit Carbolineum und dergl.

oder durch einen Ölfarbenanstrich, der aber nur bei gehobelten Hölzern anwendbar ist, vor den Einwirkungen der Feuchtigkeit geschützt werden; gehobelte Hölzer sind dauerhafter als nicht gehobelte, da an ihnen das Wasser rascher abläuft. Wenn ungehobelte Hölzer verwendet werden, müssen sie jedenfalls von der Rinde befreit werden.

Wenn die Bretter bis nahe oder ganz bis auf den Boden hinabreichen müssen, so leiden sie sehr durch die Bodenfeuchtigkeit und das Spritzwasser, infolgedessen bald die sämtlichen Bretter an ihrem unteren Ende anfaulen. Es ist dann vorzuziehen, die Bretter in wagrechter Lage, und etwas übereinander greifend, an die Pfosten zu nageln und die Riegel ganz wegzulassen; die Entfernung der Pfosten ist dann so anzuordnen, daß sich die Bretter nicht durchbiegen und der Stoß jeweils auf einem Pfosten erfolgt, Fig. 228.

Fig. 228.



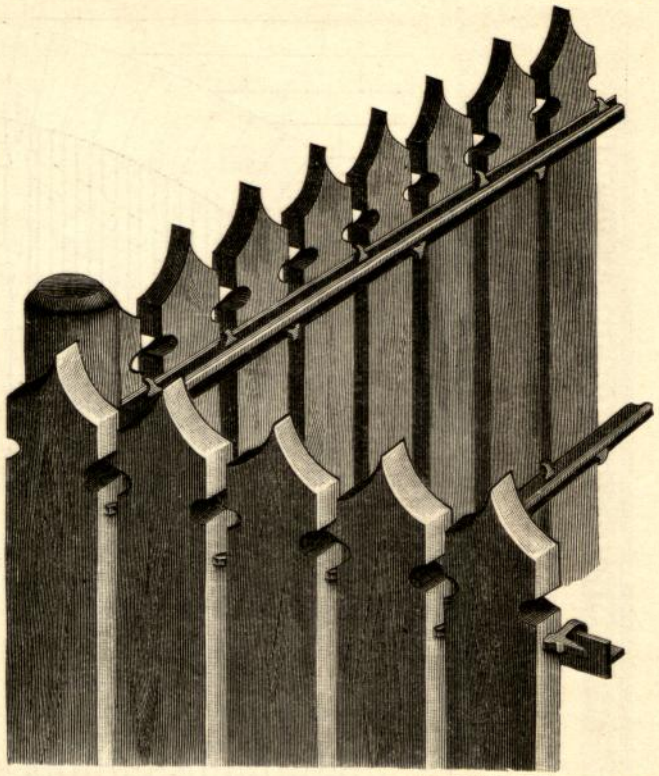
Behält man das Holzgerippe nach Fig. 227 bei, und bekleidet dasselbe, statt mit Brettern, mit Latten in senkrechter Lage, so erhält man den vielfach angewendeten sogenannten Lattenzaun.

Die gewöhnlich vorkommenden Anordnungen sind auf Tafel 11 zusammengestellt.

Wenn derartige Einfriedigungen auf den Grenzen der Grundstücke errichtet werden, so pflegt man die Bundseite gegen dasjenige Grundstück zu legen, dessen Eigentümer die Herstellungskosten bestritten hat, und bei entstehenden Streitigkeiten über das Eigentumsrecht wird hiernach entschieden, wenn keine anderen Beweismittel vorhanden sind.

Das konstruktive Gerippe dieser Einfriedigungen ist im allgemeinen nicht von langer Dauer, weshalb Steinpfosten, oder, wie in neuester Zeit vielfach üblich, solche aus I, ⊏ und T Eisen vorzuziehen sind, zwischen die dann Holzriegel auf angenieteten Winkeln, oder besser Schienen aus ⌜, T oder ⊏ Eisen eingelegt, und auf letzteren die Dielen oder Latten mit Schrauben oder Rohrdorff'schen Klammern befestigt werden, Fig. 229 (s. Fig. 28).

Fig. 229.



§ 9.

Die Spundwände.

Die Spundwände gehören eigentlich in das Gebiet des Tiefbaues, doch kommen sie auch bei Gründungsarbeiten für Hochbauten vor, und sie sollen hier deshalb kurz erwähnt werden.

Der Zweck dieser Wände ist, das Durchströmen des Wassers zu verhindern, Wasserdichtigkeit im gewöhnlichen Sinne gewähren sie nicht. Oft sollen sie auch nur eine feste Umschließung bilden, um weichen moorigen Boden gegen das seitliche Ausweichen zu schützen. Hiernach richtet sich die Konstruktion der Wand, und man unterscheidet eigentliche Spund- und Pfahlwände.

Bei den Spundwänden greifen die in den Boden eingerammten Pfähle mit einer Spundung gegenseitig ineinander ein, bei den Pfahlwänden dagegen fehlt die Spundung und die Pfähle liegen nur möglichst dicht aneinander.

Die Pfähle müssen viereckig beschlagen werden, und man sucht möglichst breite Pfähle aus den Stämmen zu gewinnen.

Geradwüchsiges Holz ist notwendig, weshalb fast nur Nadelhölzer zur Verwendung kommen. Trockenes Holz gewährt keine Vorteile, ist vielmehr wegen des Quellens nachteilig.

Die Stärke der Spundpfähle schwankt zwischen 12 und 25 cm. Bis zu 12 cm starken Pfählen und bei Bohlen wendet man Keilspundung, bei stärkeren Hölzern Quadratspundung an. Die Bearbeitung muß möglichst genau sein; der Pfahl wird nicht zugespitzt, sondern meißelförmig zugeschärft.

Das Einrammen der Spundwand ist eine schwierige Arbeit und muß mit großer Aufmerksamkeit geschehen; der Grund muß frei von größeren Steinen, Wurzeln, Holzstücken u. dergl. sein, und solche Gegenstände müssen eventuell zuvor beseitigt werden. Das Einrammen der Spundpfähle kann nicht einzeln geschehen, sondern es muß die ganze Wand gesetzt und dann die Pfähle der Reihe nach eingeschlagen werden, und zwar nicht auf einmal in ihrer ganzen Tiefe, sondern nach und nach, wie sie gerade leicht eindringen, „ziehen“. Die Ramme muß daher öfters versetzt werden, weshalb die sogenannten Lauframmen vor den Kunstrammen, des leichteren „Verfahrens“ wegen, den Vorzug verdienen. Die Hauptsache ist, die Wand schließend und in der vorgeschriebenen Richtung einzurammen, weshalb nach Fig. 230 Zwingen, d. s. Balken angeordnet werden, zwischen denen die Pfähle stehen. Sind diese lang, so wird außer der zunächst dem Boden angebrachten Zwinge noch eine solche an den Pfählen selbst befestigt, Fig. 231. Bei unreinem Boden, in den die Pfähle nur schwer eindringen, versieht man sie mit eisernen Schuhen. Als obere Begrenzung erhält die fertig eingetriebene Spundwand ein wagrecht laufendes Holz, den Holm, der an der Unterfläche eine durchlaufende Nut besitzt, in die die Spundpfähle mit Zapfen greifen; Holm und Pfähle werden durch Klammern miteinander verbunden. Besteht die Spundwand aus Bohlen, so wird statt des Holmes eine Zange angebracht, die die Bohlen faßt und mit diesen zusammengebolzt ist. (Über die Spundwände siehe auch Band IV dieses Handbuches, III. Abschnitt.)

Fig. 230.

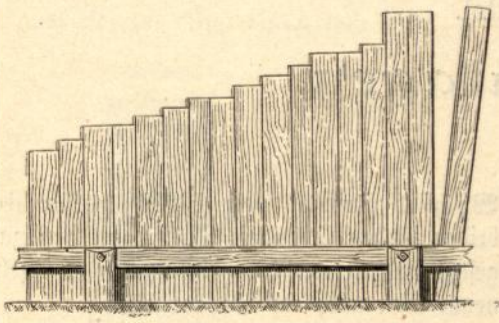
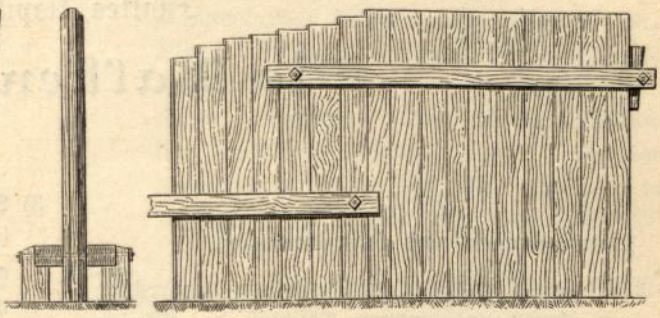


Fig. 231.



Fünftes Kapitel.

Die Balkenlagen.

§ 1.

Benennungen und Anordnungen.

Die Balkenlagen bezwecken die Herstellung wagrechter Flächen, zum oberen und unteren Abschluß der Räume dienend, oder auch nur zum Tragen von Lasten bestimmt. Hierher gehören also die Zwischendecken in Gebäuden, die offenen Balkenlagen, die keine geschlossenen Decken bilden, und die Roste (bei Fundationen).

Unter Balken versteht man im allgemeinen ein an den beiden Enden und auch wohl an Zwischenpunkten unterstütztes, wagrecht liegendes Holz, das auf seine Biegungsfestigkeit beansprucht wird, und mehrere in eine Ebene gelegte Balken nennt man eine Balkenlage oder ein Gebälk. Man unterscheidet: Zwischengebälke, die zur Bildung der Decke eines unteren und des Fußbodens eines oberen Stockwerkes dienen; Dachgebälke, die die Decke des obersten Stockwerkes bilden und zur Aufstellung des Dachgerüstes dienen; und Kehlgebälke, die über dem Dachgebälke im Dachraume selbst angebracht sind und oft wesentliche Teile des Dachgerüstes bilden.

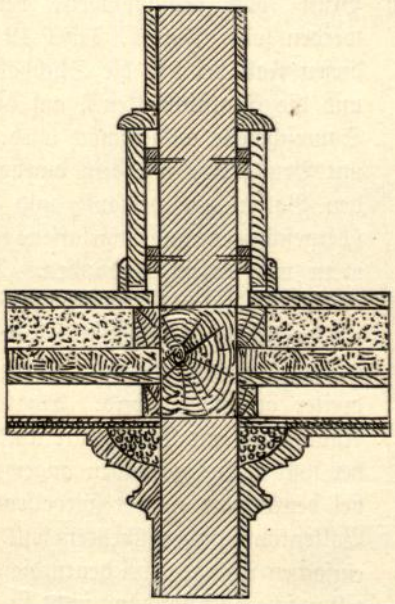
Je nach der Stelle, die die einzelnen Balken in einer Balkenlage einnehmen und nach dem besonderen Zwecke, dem sie dienen, führen die Balken verschiedene Namen, und man unterscheidet, Tafel 12, Fig. 1:

1) Ganze Balken aa, die in einem Stücke durch die ganze Balkenlage reichen und auf den Umfassungsmauern aufliegen; sie dienen insbesondere als Bundbalken in den Dachgebälken und zur Verankerung der gegenüberstehenden Umfassungsmauern (Ankerbalken), in welchem Fall sie auf vollem Mauerwerk, und nicht etwa über einem Fenstersturze liegen müssen.
2) Stichbalken bb, die mit einem Ende auf einer Mauer ruhen und mit dem anderen in ein anderes Holz der Balkenlage eingezapft sind.
3) Wechsel (Trumpf- oder Schlüsselbalken) dd, die an beiden Enden in andere Balken mit Brustzapfen eingesetzt sind; einen Wechsel zwischen Wechseln, wie e, nennt man auch ein Balkenstück.
4) Gratbalken ff, die die Umfassungswände nicht senkrecht treffen, sondern den Winkel aus- oder einspringender Ecken halbieren. Entweder nehmen sie, wie f', andere Balken als Stichbalken auf, oder sie sind selbst Stichbalken, wie f (Gratstichbalken), und können selbst wieder Stichbalken aufnehmen, wie z. B. der Gratstichbalken g, Tafel 12, Fig. 2.
5) Bundbalken g, die auf einer Riegelwand aufliegend, dieser zugleich als Pfette dienen, und gleichzeitig auch Schwelle für eine darüber stehende Wand sein können.
6) Streichbalken hh, die längs einer durch die Balkenlage hindurchgehenden Scheidemauer liegen; ist die Mauer abgesetzt, so kann der Streichbalken ganz oder zum Teil auf dem Absatze aufliegen.
7) Wandbalken i, die auf einer unter der Balkenlage endigenden Scheidemauer aufliegen.
8) Giebel- oder Ortbalken k, die äußersten oder letzten einer Balkenlage. Gehört der Giebelbalken zum Dachgebälke, so heißt er Dachgiebelbalken.
9) Dachbinderbalken oder auch bloß Binderbalken heißen diejenigen Balken im Dachgebälke, die das Dachgerüste tragen. Die zwischen diesen Binderbalken liegenden und mit dem Dachgerüste in keinem Zusammenhange stehenden Balken nennt man wohl Leerbalken.

Dieselben Benennungen kommen auch im Kehlgebälke vor und man unterscheidet Gratkehlbalken, Gratkehlstichbalken, Kehlstichbalken, Kehldachbinderbalken u. s. w. Zu den Balkenlagen gehören ferner, wenn sie auch mit den übrigen Balken nicht in einer Ebene liegen:

10) Die Mauerlatten mm, Fig. 1, Tafel 12, die auf den Mauern liegen, und auf denen die Balken ihr Auflager finden.
11) Die Unterzüge ll. Dies sind Hölzer, auf denen die Balken an Zwischenpunkten ihre Unterstützung finden. Die Unterzüge sind entweder nur an den Enden oder nach Erfordernis auch an Zwischenpunkten unterstützt.
12) Liegt das zur Unterstützung der Balken dienende Holz nicht unter, sondern über diesen, so heißt es Träger oder auch Überzug, Fig. 135 A und D.

Fig. 232.



Um ein Gebälk anzuordnen, ist zunächst der vollständige Grundriß desjenigen Stockwerkes erforderlich, dem das Gebälk als Decke dienen soll. Die Lage der Balken ist gewöhnlich nach der Tiefe des Gebäudes am vorteilhaftesten, weil sie so durch die Mittelscheidemauern die geeignetste Unterstützung erhalten und als Anker für die Frontmauern benutzt werden können.

Gestaltung und Anordnung des Grundrisses und die Abmessungen der Räume können auch Anordnungen parallel der Frontmauer bedingen, und es ist in jedem einzelnen Fall näher zu erwägen, welche Lage der Balken die zweckmäßigere ist. Jedenfalls müssen aber die durch die Mauern in ihrer Lage bestimmten Balken zuerst festgelegt werden, und zwar:

1) Die Giebelbalken, die zu Bundbalken werden, wenn die Giebelwände Riegelwände sind, so daß sie gleichzeitig Pfette und Schwelle oder nur Schwelle bilden, wenn die untere Wand von Stein und nur die obere als Riegelwand gebildet ist.
2) Die Streichbalken, die zu beiden Seiten aller durch die Balkenlagen gehenden und mit den Balken parallelen Mauern angeordnet werden. Liegen Rauchrohre in den Mauern, so müssen die Balken an den betreffenden Stellen auf etwa 3 bis 6 cm ausgeschnitten und der Zwischenraum mit einer doppelten in Lehm gelegten Lage Dachziegel ausgefüttert werden, um das Holzwerk vor dem Entzünden zu schützen.
3) Die Bundbalken, die bei den zum Gebälk parallel laufenden Riegelwänden angeordnet werden, und bei durchreichenden Wänden zugleich Pfette und Schwelle bilden. Erhalten sie nur die Stärke des Riegelholzes, was zulässig ist, so müssen die Bundbalken an beiden Seiten aufgefüttert werden, um die Bodendielen und den Deckenputz befestigen und die Fachkonstruktion anbringen zu können, Fig. 232. Einfacher und zweckmäßiger ist es deshalb, dem Bundbalken die gewöhnliche Balkenstärke zu geben und ihn mitten auf die Wand zu legen, Fig. 233, oder bei geringer Balkenbreite, eine Balkenseite „bündig" mit einer Wandseite anzunehmen, und auf dieser Seite noch einen schwächeren Streichbalken anzuordnen, der mit dem Bundbalken verdübelt oder besser verschraubt wird, Fig. 234. Die Kamine sind, wo immer möglich, so anzuordnen, daß ein Auswechseln der Bundbalken vermieden wird.

Fig. 233.

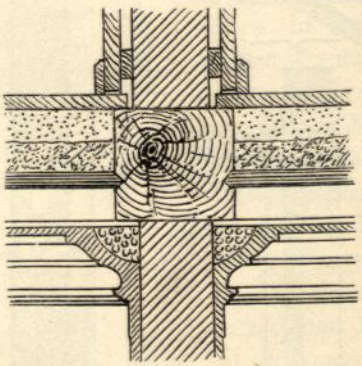
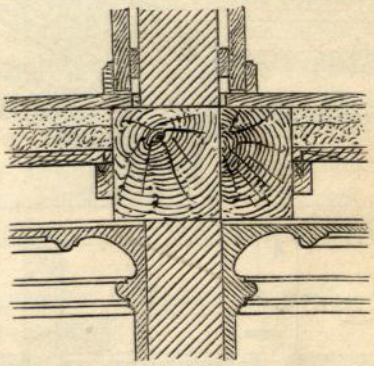


Fig. 234.

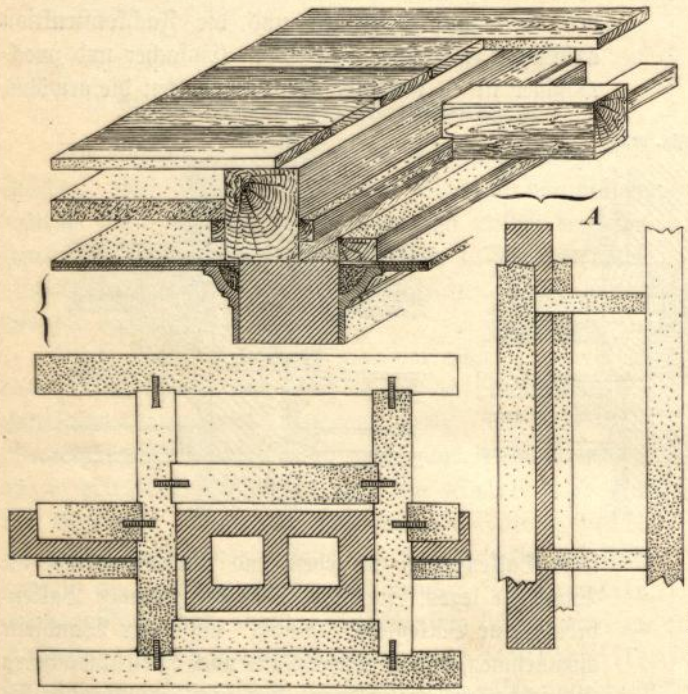


4) Die Wandbalken; diese liegen auf den mit den Balken parallelen Mauern, und auf ihnen können die Bodendielen befestigt und auch die Fachkonstruktion angebracht werden; zur Anbringung des Deckenputzes dagegen müssen entweder die Balken seitlich aufgefüttert oder es müssen Wechsel in entsprechenden Entfernungen eingelegt werden, Fig. 235 A. Liegen in der betreffenden Mauer Rauchrohre, so muß der Wandbalken in hinreichender Entfernung von diesen ausgewechselt werden. Es erscheint deshalb vielfach vorteilhafter, an Stelle eines Wandbalkens zwei Streichbalken zu beiden Seiten der Mauer anzulegen und diese durch Wechsel zu verbinden; die Mauer

wird dann nahe bis Oberkante der Balken aufgeführt und erhält ihre „Spannung“ durch die genannten Wechsel, Fig. 235 B.

Zwischen diese in ihrer Lage bestimmten Balken werden nunmehr die übrigen Balken, die „Zwischenbalken“, so gelegt, daß sie 0,70 bis 1,20 m, von Mitte zu Mitte gerechnet, voneinander entfernt liegen. Die größere Entfernung bedingt unter sonst gleichen Verhältnissen größere Balkenstärken, ist übrigens mehr oder weniger abhängig von der Fachkonstruktion und von örtlichen Gepflogenheiten. So pflegt man in Süddeutschland und überhaupt in holzreichen Gegenden die Balken näher, etwa 0,75 m,

Fig. 235.



zu legen, während in Norddeutschland Entfernungen von 1,00 bis 1,20 m üblich sind.

In der Dachbalkenlage werden für die Austeilung der Zwischenbalken außer den Giebel-, Streich-, Bund- und Wandbalken insbesondere noch die Binderbalken maßgebend, die zur Aufnahme des Dachgerüstes bestimmt sind. Die Binderbalken liegen im allgemeinen etwa 3,00 bis 4,50 m voneinander entfernt; soweit dies durchführbar ist, nimmt man gerne Bund- oder Wandbalken zu Binderbalken, und insbesondere solche, die zugleich ganze Balken, d. h. nicht ausgewechselt sind, was vornehmlich dann der Fall sein muß, wenn der Dachverband einen Seitenschub auf den Balken ausübt.

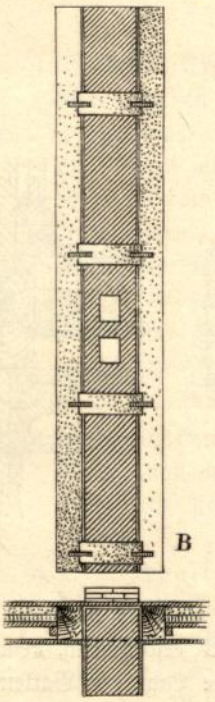
Stehen die Dachsparren mit ihren Füßen auf den Balken, so muß die Balkenaustellung hiernach erfolgen, während bei den Pfettendächern die Balken ohne Rücksicht auf die Sparren gelegt werden.

Das Stoßen der Balken sucht man, wo immer möglich, zu umgehen; wo es nicht zu vermeiden ist, muß der Stoß auf einer Unterstützung erfolgen und durch eine Klammer gesichert werden.

So sehr man Stichbalken und Auswechselungen zu umgehen sucht, so werden sie doch in folgenden Fällen nötig:

a) In den Zwischengebälken.

1) Wenn kein Giebelbalken angeordnet, sondern die über dem Gebälk stehende Giebelwand nach Fig. 174 mit einer eigenen Brust- oder Saumschwelle versehen werden soll. Fig. 1, Tafel 12 zeigt diesen Fall bei f f; die Stichbalken b und die Gratstichbalken f, auf die die Saumschwelle aufgekämmt wird, sind mit Brustzapfen mit dem durchgehenden Balken a a verzapft und durch übergeschlagene und eingelassene Klammern mit diesem verbunden. Durch die vielen Zapfenlöcher wird der Balken a a beträchtlich geschwächt, weshalb er entweder verdoppelt oder entsprechend breiter genommen wird. Eine solche Anordnung mit Stichgebälk wird nur bei solchen Holzgebäuden angewendet, bei denen man an der Giebelfront die Balkenköpfe nicht entbehren will. Bei einfachen Anlagen, bei denen die architektonische Durchbildung nicht in erster Linie in Frage steht, wählt man zweckmäßiger die Anordnung nach Fig. 175.

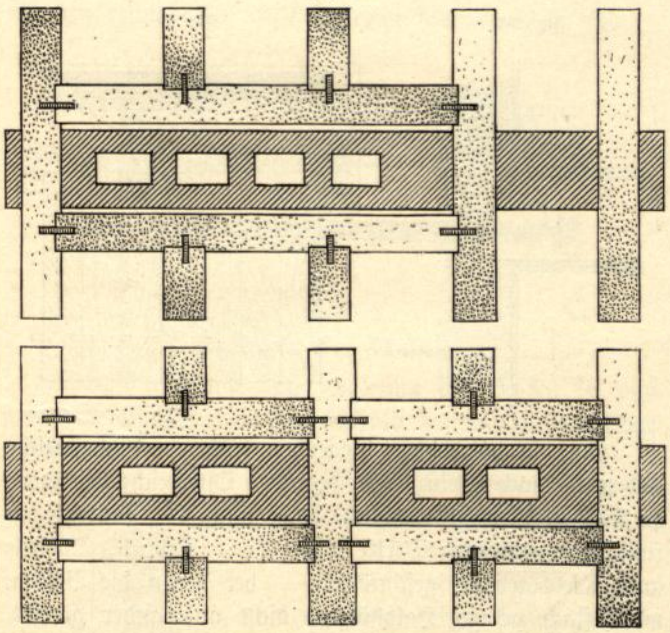


2) Bei der Durchführung der Rauchrohre sind Auswechselungen meistens nicht zu umgehen, Tafel 12 und Fig. 235 (s. auch Band I dieses Handbuches, Seite 20 und 21). Liegen mehrere Rauchrohre in einer Reihe senkrecht zur Balkenrichtung, so daß mehrere nebeneinanderliegende Balken ausgewechselt werden müßten, so ist anzuraten, die Rauchrohre so auseinander zu rücken, daß zwischen ihnen ein ganzer Balken durchgehen kann, so daß nicht zu viel ausgewechselte Balken unmittelbar nebeneinander liegen, Fig. 236.

3) Bei den Treppenöffnungen werden Auswechselungen von Balken und auch Anlage von Stichbalken häufig erforderlich; wo immer möglich, sollte man, um den Balken ein besseres Auflager zu verschaffen, an Stelle der Wechsel Unterzüge anordnen, s. Band I dieses Handbuches, Seite 229.

4) Bei großen Öffnungen in den Umfassungsmauern — Ladenfenstern, Thoren und dergl. — haben die Überdeckungen häufig nicht die erforderliche Stärke, um die von dem Gebälk übertragenen Lasten mit genügender Sicherheit aufzunehmen, oder die Öffnungen reichen so nahe unter die Decke, daß die auf die Öffnung treffenden Balken überhaupt nicht mehr gelagert werden können. Sie müssen dann durch Wechsel gefaßt werden, die in die seitlich der Öffnung liegenden Balken eingezapft sind, eine wenig empfehlenswerte Konstruktion, da die Wechsel zu stark belastet werden. In diesen Fällen sind die im Band I dieses Handbuches, Seite 107 bis 109 und Tafel 28 mitgeteilten Konstruktionen vorzuziehen.

Fig. 236.



b) In den Dachgebälken.

1) In allen Fällen, in denen in den Zwischengebälken Auswechselungen nötig werden, ist dies auch im Dachgebälk erforderlich.
2) Wenn das Dach ein Walmdach ist und die Dachsparren in die Balkenköpfe eingestellt werden sollen. Die Richtung der Gratstichbalken bestimmt sich nach der Lage der Horizontalprojektion des Anfallspunktes o, Fig. 1, Tafel 12, nach dem ihre verlängerten Mittellinien laufen.
3) Wenn außer den Dachbinderbalken alle übrigen wegfallen, wie z. B. bei den Scheunendächern älterer Konstruktion, für jeden Sparrenfuß aber doch ein Balkenkopf vorhanden sein soll, ähnlich, wie dies bei d, Fig. 1, Tafel 12, bei der Auswechselung für die Treppenhausöffnung angegeben ist.
4) Wenn das Gebäude eine Wiederkehr bildet und die Sparren in die Balken eingesetzt werden sollen, so werden für die Grat- und Kehlsparren Gratbalken notwendig, die entweder durchlaufende Balken sind, wie in Fig. 1, Tafel 12, oder nur Gratstichbalken bilden, wie in Fig. 2 bis 5, Tafel 12.

Im ersteren Fall hat der Gratbalken f′f′ von beiden Seiten viele Stichbalken aufzunehmen, weshalb man gewöhnlich zwei Balken dicht nebeneinander legt und diese sorgfältig miteinander verbolzt.

Die Fig. 2 bis 5, Tafel 12, zeigen einige Beispiele von Dachbalkenlagen über unregelmäßigen Grundrissen unter der Voraussetzung, daß die Sparrenfüße unmittelbar auf den Balkenköpfen stehen, eine Annahme, bei der die Anordnung der Balkenlage besondere Aufmerksamkeit erfordert.

Bei den Zwischengebälken werden die Ort-, Giebel-, Bund- und Streichbalken wie bei rechtwinkeligen Grundfiguren bestimmt, und nur die Wandbalken bleiben in den Fällen, in denen die betreffenden Mauern nicht senkrecht auf den Frontmauern stehen, weg, wie z. B. bei A, Fig. 2. Hierauf werden die Zwischenbalken so eingeteilt, daß sie die einzelnen Räume nach ihrer kürzesten Abmessung überspannen. Dasselbe geschieht bei der Dachbalkenlage, nur ist hier die Lage der Dachsparren zu berücksichtigen, welche eine auf die Umfassungsmauern senkrechte Richtung der Balken bedingen.

Die vielen notwendig werdenden Stichbalken müssen so angeordnet werden, daß:

1) die längeren noch in einem Zwischenpunkte durch eine Mauer oder einen Unterzug unterstützt werden,
2) nicht zu viel Stichbalken in einen Balken eingezapft werden; ist dies nicht zu vermeiden, so muß der Balken verbreitert oder verdoppelt werden,
3) sie senkrecht auf die Frontmauer gerichtet sind. Ist dies nicht zu erreichen, wie bei b b, Fig. 2, Tafel 12, so müssen die Zapfenlöcher schräg in die Balkenköpfe und senkrecht zur Frontmauer eingestemmt werden.

Wenn, wie in Fig. 4, Tafel 12, zwei einander gegenüberliegende Frontmauern nicht parallel sind, so werden die durchgehenden Balken senkrecht zur Hauptfrontmauer gelegt, und die Sparren stehen alsdann auf der hinteren Seite schräg zur Frontmauer.

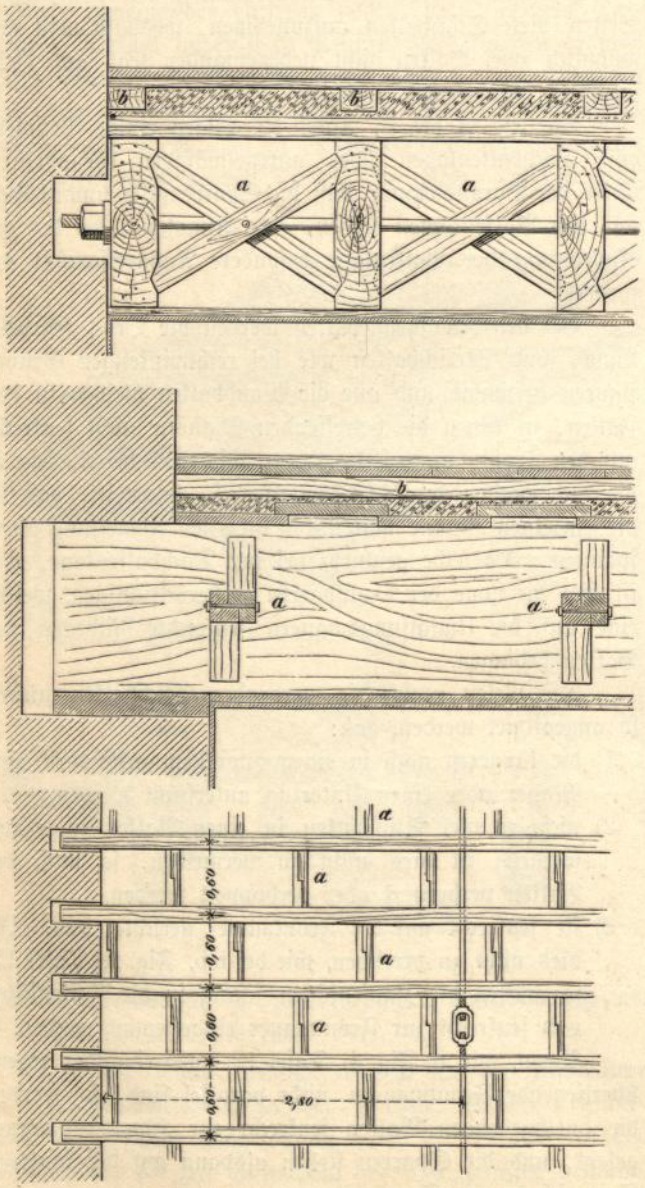
Wesentlich einfacher gestalten sich die Dachbalkenlagen bei den Pfettendächern, da bei diesen Balken und Sparren unabhängig voneinander sind und deshalb die Stichgebälke entbehrlich werden.

Auf Tafel 13 geben wir noch die vollständige Zwischenbalkenlage eines Wohngebäudes mit allen Auswechselungen und Verankerungen; es genügt, dabei zu erwähnen, daß die Seitenfassadenmauer mit drei Anker m′m′ an die

beiden zunächst liegenden Balken f und k angehängt ist, zu welchem Zweck diese Balken durch Wechsel fest miteinander verspannt sind.

In Nordamerika und England, und neuerdings auch in größeren Städten Deutschlands, verwendet man der

Fig. 237.



Holzersparnis wegen und zur möglichsten Ausnutzung der Biegungsfestigkeit des Holzes vielfach sogenannte Bohlenbalken, die bei 9 bis 12 cm Breite 30 bis 40 cm Höhe erhalten und von Mitte zu Mitte 36 bis 48 cm voneinander entfernt liegen; da diese aber leicht umkanten und sich werfen, so müssen sie in Entfernungen von 2,5 bis 3,00 m durch kreuzweise eingesetzte Hölzer von 5×10 bis 6×12 cm Stärke gegeneinander abgespreizt werden. Damit die Bohlen durch die Sprenghölzer nicht auseinander getrieben werden, befestigt man entweder starke Bandeisen über den Enden und der Mitte des Balkenrostes oder man zieht Rundstangen als Zugbolzen durch die Balken.

Eine ähnliche Deckenkonstruktion ist in Fig. 237 dargestellt, die über dem Turnsaale des Gymnasiums in Linz ausgeführt ist; hier liegen die Bohlenbalken circa 0,60 m auseinander, sind aber in verhältnismäßig kurzen Entfernungen durch sich kreuzende Hölzer verspannt, die miteinander verblattet und verschraubt sind.

Die Bohlenbalken liegen in der Regel parallel der Frontmauer, so daß sie in den Giebelmauern ihr Auflager finden, das nach Fig. 238 mit schräg geschnittenem Balkenkopf gebildet wird, um die Mauer möglichst wenig zu verschwächen.

Fig. 238.

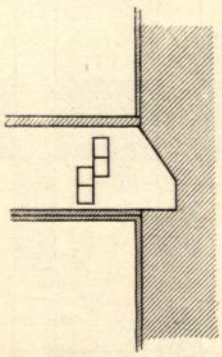
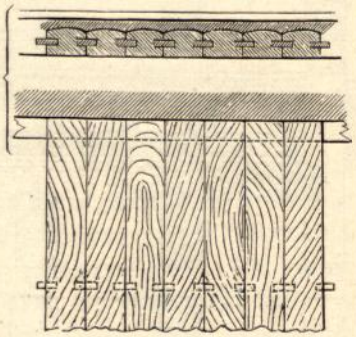


Fig. 239.



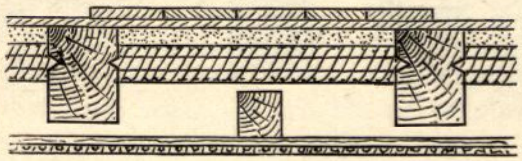
Eine in holzreichen Gegenden früher vielfach übliche und heute noch in einzelnen Gegenden Österreichs besonders zu Dachgebälken gebräuchliche Anordnung der Balkenlagen sind die sogenannten Dübelgebälke — Dippel-, Dübbel- auch Diebelgebälke geschrieben — bei denen die Balken, meist flach gelegte Halbhölzer, dicht aneinander gereiht, und mit hölzernen „Dippeln", „Diebeln" oder „Dübeln" zusammengehalten und miteinander verbunden werden.

Eine solche durch die Balken selbst geschlossene Decke wird auf der Unterseite ohne weiteres gerohrt und verputzt; oberhalb verstreicht man die Fugen mit Lehm, bringt eine 7 bis 10 cm hohe Schicht trockenen Sandes auf, in den man in Entfernungen von etwa 1 m die 5 bis 6 cm dicken und 8 bis 12 cm breiten Polster- oder Lagerhölzer zur Aufnahme des Fußbodens einbettet, Fig. 239.

Die Dübelgebälke geben warme, den Schall schlecht leitende Decken, haben aber den großen Übelstand, daß die dicht nebeneinanderliegenden Dübelbäume die Mauern sehr schwächen, so daß diese stärker werden müssen, als bei den gewöhnlichen Balkenlagen, oder sie müssen auf Vorkragungen gelagert werden, wie dies bei den Innenmauern notwendig ist, wenn die Dübelgebälke Zwischendecken bilden.

Zu erwähnen sind noch die Blindbalkenlagen, bei denen besondere Balkenlagen zur Bildung des Fußbodens und der Decke angeordnet werden, um Schallübertragungen zu verhindern, und reich in Stuck oder Malerei durchgebildete Decken vor Beschädigungen durch Bodenerschütterungen zu bewahren. Zu diesem Zweck werden besondere Balken in die Zwischenräume der eigentlichen Gebälklage eingeschoben, die man Blind-, Fehl-, Fäll- oder Fallbalken nennt, während die Hauptbalken zum Unterschied Sturzbalken genannt werden. Da die Blindbalken nur die Decke zu tragen haben, so können sie wesentlich schwächer sein als die Sturzbalken, sie müssen aber, je nach der gewählten Deckenkonstruktion so tief liegen, daß auch bei den stärksten Erschütterungen keine der mit den Sturzbalken verbundenen Konstruktionsteile mit den Blindbalken in Berührung kommen, Fig. 240.

Fig. 240.

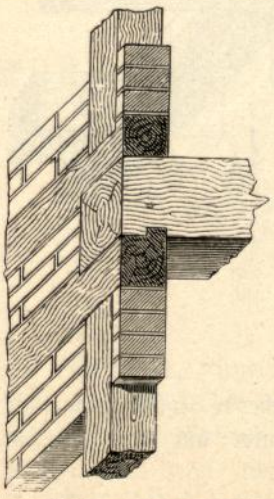


§ 2.

Auflager der Balken.

Sorgfältige und gute Lagerung der Balken ist von großer Wichtigkeit, damit die Gebälke dauernd in ihrer Lage erhalten werden.

Fig. 241.

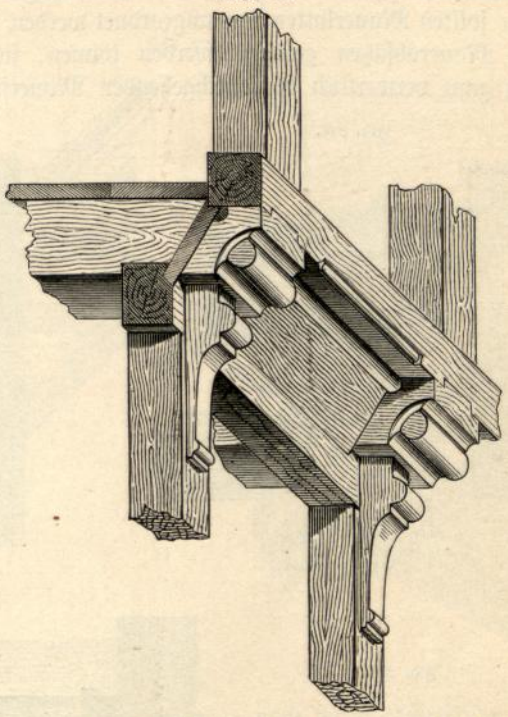


Bei Riegelwänden liegen die Balken auf den Wandpfetten, und werden auf diese entweder aufgedollt, oder, was des Querverbandes wegen besser ist, aufgekämmt, Fig. 241. Diese Anordnung steht der bei älteren Holzbauten üblichen an Zweckmäßigkeit, Schönheit und Charakteristik wesentlich nach, bei der die Balkenköpfe jedes Gebälkes mehr oder weniger über die untere Wand vortreten, wodurch ein Gewinn an Raum und größere Tragfähigkeit der Balken erreicht wird, und sich Gelegenheit zu reizvollen Bildungen bietet, Fig. 242 (siehe auch Kapitel IX Gesimse). Über eigenartige Anordnung von Hakenstichbalken (siehe Zeitschrift für Bauwesen 1894, Tafel 61).

Bei den Vorkragungen ergeben sich an den Ecken verschiedene Möglichkeiten der Lösung (siehe Kapitel IX).

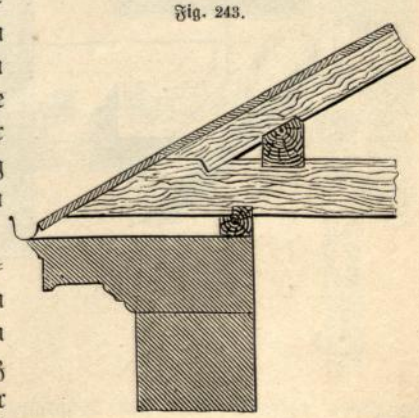
Bei den Dachgebälken werden die Balken häufig schon wegen der Bildung der Traufe oder eines Holzgesimses vorgekragt (siehe Konstruktion der Holzgesimse, Kapitel IX);

Fig. 242.



bei massiven Mauern liegen die Balken auf Mauerlatten, auf die sie etwa 3 cm tief aufgekämmt werden, Fig. 243. Grat- und Gratstichbalken erhalten in ihrer ganzen Breite einen 3 cm tiefen Einschnitt und umfassen so die beiden Enden der Mauerlatten, die in diesem Fall nur stumpf auf Gehrung aneinander gestoßen werden.

Fig. 243.



Da die Mauerlatten, die der größeren Haltbarkeit wegen am besten aus Eichenholz gefertigt werden, ihrer ganzen Länge nach aufliegen, so genügen $^{9}/_{12}$ und $^{12}/_{12}$ cm Stärke. Der Stoß der Mauerlatten erfolgt mit dem gewöhnlichen geraden Blatt oder besser mit schwalbenschwanzförmiger Überblattung, doch ist stets darauf zu achten, daß der Stoß über einem Pfeiler und nicht etwa über schwachen Bogen über Öffnungen erfolgt.

Die Mauerlatten haben den Zweck, das „Aufschlagen" zu erleichtern und den Druck der Balken auf die Mauer zu

verteilen, was aber voraussetzt, daß sie auf einer sorgfältig hergestellten Mauergleiche in ihrer ganzen Fläche aufruhen, eine Bedingung, die bei dem gewöhnlichen Mauerwerk nur schwer erreichbar ist. Bei den Zwischengebälken sollten Mauerlatten nur angeordnet werden, wenn sie auf Mauerabsätzen gelagert werden können, sie sind dagegen ganz verwerflich bei durchgehenden Mauerstärken, und dadurch ein sorgfältiges wagrechtes Verlegen der Balken (siehe auch Band I dieses Handbuches, Seite 69 und 70 und Tafel 40). Bei schwachen Mauern können auch Vorkragungen, mit oder ohne Mauerlatten, angeordnet werden, Fig. 245, oder es werden stärkere Hölzer auf Kragsteine gelegt, die sorgfältig eingemauert sind, Fig. 246, eine Anordnung, die häufig in den alten Burgen angetroffen wird.

Fig. 244.

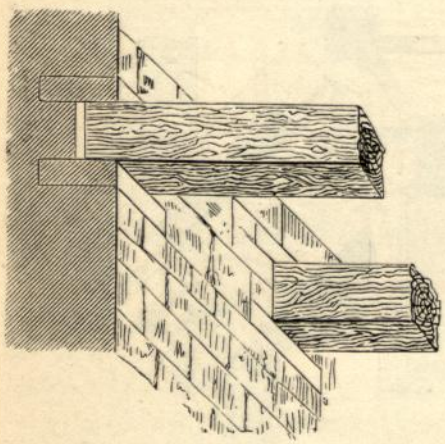
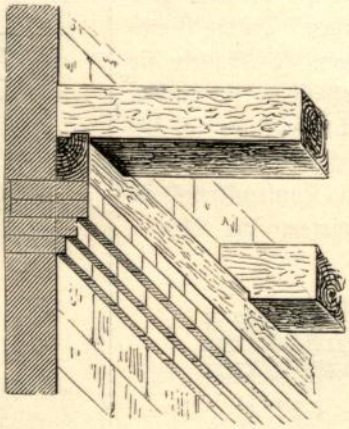


Fig. 245



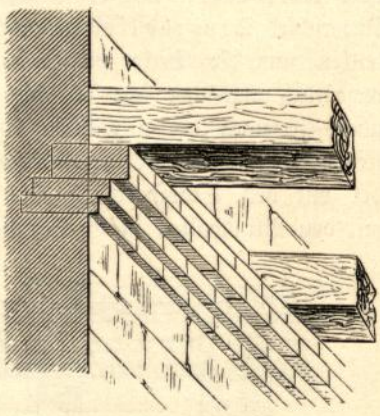


Fig. 246.

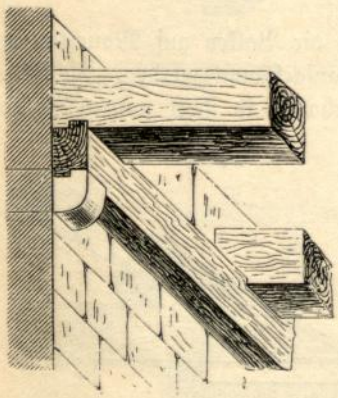


Fig. 247.

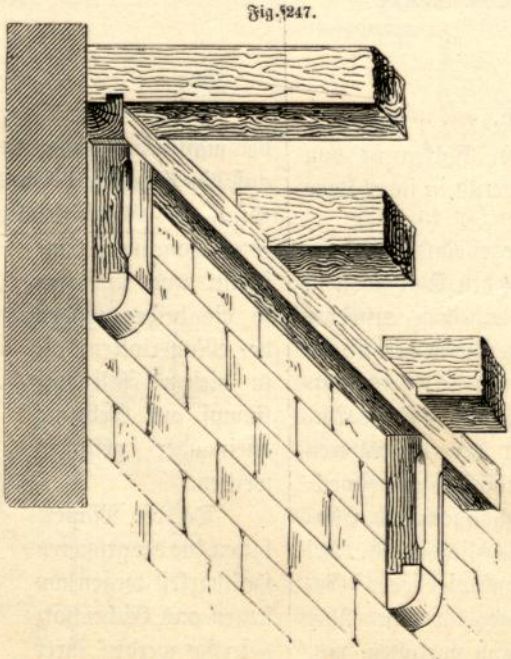
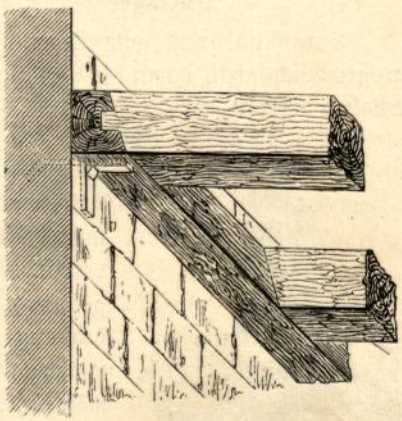


Fig. 248.



da die Mauerlatten hier eingemauert werden müssen, wodurch aber das Holz einer raschen Zerstörung ausgesetzt ist, und die Mauer in unzulässiger Weise geschwächt wird. Es ist deshalb vorzuziehen, die Mauerlatten ganz wegzulassen, und die Balken entweder auf einzelne größere plattenartige Steine, Fig. 244, oder besser auf sorgfältig in Cementmörtel gemauerte Backsteinrollschichten, Fig. 257, aufzulagern; insbesondere die letztere Anordnung gestattet die Herstellung einer genauen wagrechten Abgleichung

Fig. 247 zeigt eine etwas abweichende Konstruktion, die sich beim Dachgebälk des Rittersaales auf der Burg in Nürnberg findet.

Fig. 248 zeigt eine andere Anordnung, die in Frankreich üblich sein soll, und wohl Anwendung finden kann, wenn die Anlage von Kragsteinen oder die Ausführung vorgemauerter Gesimse nicht zulässig ist.

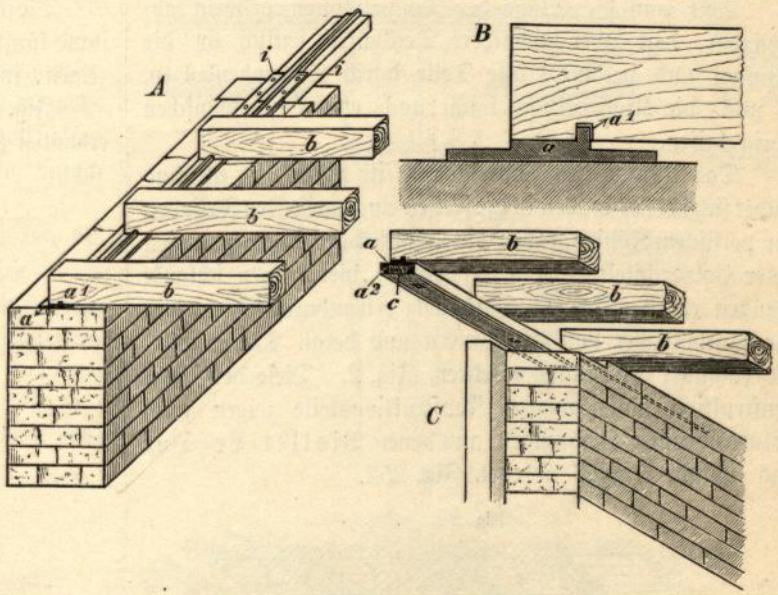
Es wird nämlich längs der Mauer ein starker Stützbalken, „Lambourde“, durch eiserne Anker in einer Ent-

fernung von 1,80 bis 2,40 m und mit seinen Enden gut in den mit den Balken parallelen Wänden oder Mauern befestigt, und in diesen Stützbalken werden dann die Deckenbalken mit Brustzapfen eingezapft.

Statt der Steinkonsolen können auch solche von Eisen verwendet werden, und ebenso können an Stelle der hölzernen Mauerlatten eiserne Schienen zur Verwendung kommen, wenn aus irgend einem Grunde eine solche zur besseren Verteilung der Balkenlasten auf das Mauerwerk erforderlich erscheint. Fig. 249 zeigt die eiserne Lastverteilungsschiene von A. Rau in Pforzheim, die plattenartig gestaltet und mit einer Längsrippe versehen ist, in welche die Balken mit einer entsprechenden Nut eingreifen, wodurch sich zugleich eine Art Verankerung zwischen Balken und Schiene bildet.

Zur Überdeckung von Öffnungen dient eine eiserne Schiene nach Fig. 249 C, die unten eine Holzeinlage zur Befestigung von Putz, Schalung oder Verkleidung erhält und mit der auf den Mauern liegenden Lastverteilungsschiene durch Laschen i, Fig. 249 A, verbunden werden kann, wodurch ein zweckmäßiger Längsverband der Mauern erreicht wird.

Fig. 249.



Um die in das Mauerwerk einbindenden Balkenköpfe gegen den Einfluß der Mauerfeuchtigkeit und vor raschem Verfaulen zu schützen, werden sie auf allen Seiten trocken mit Backsteinen, Ziegeln oder auch Bruchsteinplatten umstellt, Fig. 257, oder mit dünnen Bleiplatten, Dachpappe und dergl. eingebunden, und wohl auch mit Teer, Carbolineum oder dergl. angestrichen. Das Einbinden sollte so geschehen, daß die Luft den Balkenkopf umspülen kann, um das Austrocknen zu befördern.

Werden die Balken durch Unterzüge unterstützt, so müssen diese an ihren Enden gut gelagert werden, indem man sie entweder auf ein Holz oder zweckmäßiger und solider auf einen größeren mit ebenen Lagern versehenen Stein, einen Unterlagsquader, auflegt. Von Vorteil ist es, wenn der Unterzug an seinen Enden „fest eingespannt" werden kann, da seine Tragfähigkeit hierdurch wesentlich erhöht wird.

Werden die Unterzüge noch durch Holzpfosten unterstützt, so bedient man sich gerne der sogenannten Sattelhölzer, die mit dem Unterzuge verdübelt und verbolzt und durch Büge oder Kopfbänder mit dem Pfosten verknüpft werden, Fig. 40, 250 und 251. Durch diese Konstruktion wird die Tragkraft der Unterzüge wesentlich erhöht, so daß die Pfosten in entsprechend größere Entfernung gestellt werden können.

Fig. 250.

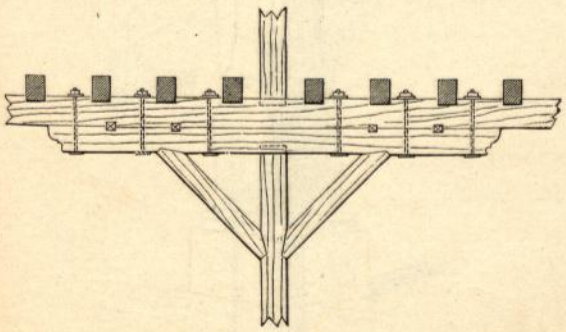
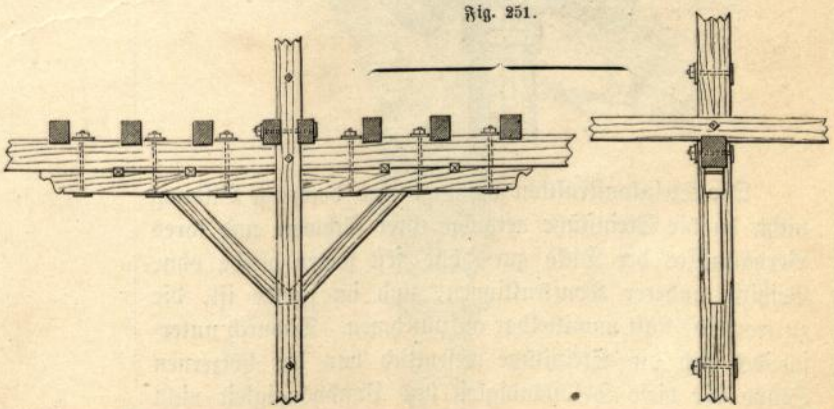


Fig. 251.



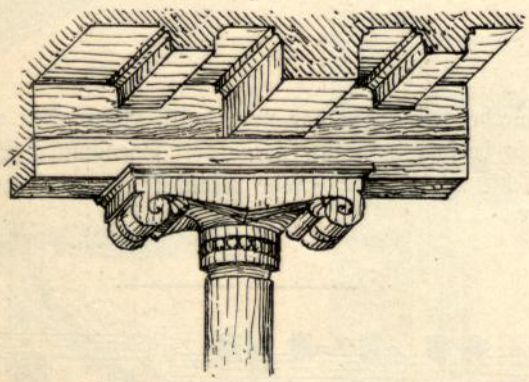
Stehen solche Pfosten mehrfach übereinander, so werden bei der Konstruktion nach Fig. 250 die Unterzugspfosten der oberen Stockwerke auf dem Langholze des Unterzuges aufstehen und das Schwinden des letzteren durch Druck noch vermehren helfen, so daß die Summe der

hierdurch entstehenden Senkungen bei dem obersten Unterzuge sehr bedeutend werden kann. In solchen Fällen und bei starken Belastungen ist die Konstruktion mit Doppelpfosten nach Fig. 251 vorzuziehen, wobei die letzteren den Unterzug mit dem Sattelholz umfassen und das Schwinden der Langhölzer keinen nachteiligen Einfluß ausüben kann.

Läßt man die Stöße der Doppelpfosten gehörig abwechseln, legt zwei schwächere Deckbalken seitlich an die Pfosten und verbindet alle Teile durch Schraubenbolzen, so wird die Konstruktion kaum noch etwas zu wünschen übrig lassen.

Das Motiv des Sattelholzes ist schon sehr alt und findet sich bereits an den in die Felsen eingemeißelten Fassaden der persischen Königsgräber, die unmittelbare Nachahmungen einer Holzarchitektur zu sein scheinen; hier tragen schlanke Stützen ein deutlich als Sattelholz erkennbares Glied, das die Vorderleiber von Einhörnern und dergl. Tieren zeigt, die einander den Rücken zukehren, Fig. 2. Diese der Holzkonstruktion nachgeahmten Konstruktionsteile zeigen auch volutenförmige Endigungen, aus denen Viollet-le-Duc das jonische Kapitäl ableitet, Fig. 252.

Fig. 252.



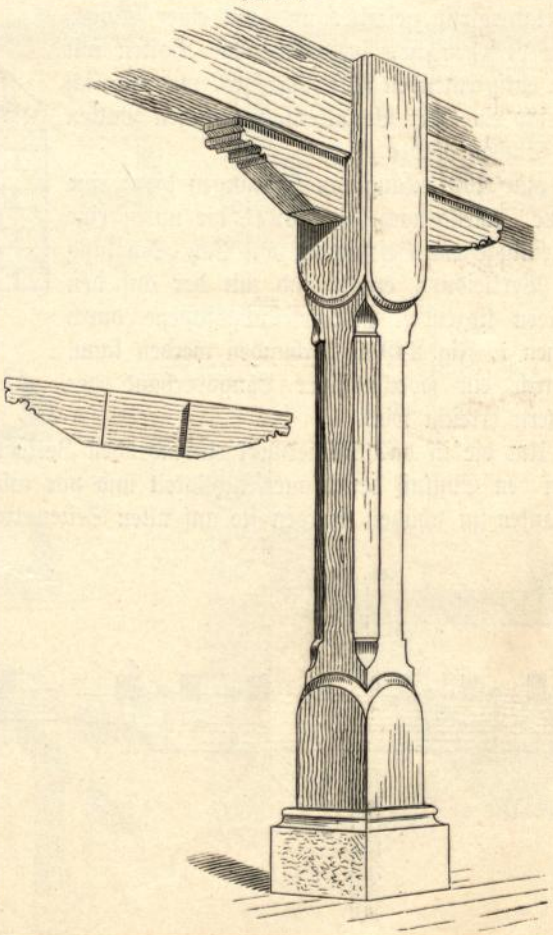
Die Steinkonstruktion verlangt eine derartige Bildung nicht, da die Steinstütze vermöge ihrer Schwere und ihres Verhältnisses der Dicke zur Höhe fest stehen bleibt, ohne Beihilfe anderer Konstruktionen, und im stande ist, die zu tragende Last unmittelbar aufzunehmen. Dadurch unterscheidet sich die Steinstütze wesentlich von der hölzernen Stütze, die diese Selbständigkeit und Unabhängigkeit nicht besitzt, und an beiden Enden gefaßt werden muß, um sich in stehender Lage zu erhalten, wovon nicht allein das geringe spezifische Gewicht, sondern auch das sehr schlanke Verhältnis des Holzpfostens Ursache ist.

Diesem schlanken Verhältnis ist der unangenehme Eindruck zuzuschreiben, den wir empfinden, wenn die Balken ohne Vermittelung auf den Pfosten aufliegen. Diese Vermittelung wird erreicht durch wagrecht liegende Sattelhölzer, oder schräg gestellte Kopfbänder oder durch beide gleichzeitig. Die formale Ausbildung der Pfosten kann erfolgen durch Hobeln und Schnitzen aus dem vollen Holz oder durch Verkleidung des rauhen Kernes. Die erstere gewährt eine charakteristische Behandlung, während die zweite, der Schreinereitechnik angehörige Bildungsweise den Vorteil gewährt, daß die im Kern entstehenden Risse dem Auge entzogen sind.

Die freistehenden Ständer waren stets ein beliebter Gegenstand künstlerischer Ausgestaltung, und einige Beispiele mögen zeigen, in welcher Weise die Durchbildung erfolgen kann.

Fig. 253 zeigt die Stützenkonstruktion aus dem 1388 erbauten Zollhause in Konstanz; Fuß und Kopf sind durch

Fig. 253.



den Übergang aus dem achteckigen Schaft in das Viereck gebildet. Der Unterzug ist durch den Kopf der Stütze durchgesteckt, und ebenso das darunter liegende Sattelholz das konsolenartig ausgeschnitten ist.

Fig. 254 [1]) zeigt eine spätgotische Ausbildung, bei der der Unterzug aus zwei übereinanderliegenden Balken besteht, von denen der untere in einen Ausschnitt des achteckigen Kopfes eingelegt und durch kurze eingezapfte Kopfbänder mit dem Pfosten verbunden ist.

1) Nach Schäfer, Holzarchitektur vom XIV. bis XVIII. Jahrh.

In Fig. 255 geben wir eine Holzsäule mit quadratischem Kopf und reich geschnitzten Konsolen aus Weinsberg [1]) und in Fig. 255[a] eine eigentümliche Ausbildung aus einem Hause in Flaach (Kanton Zürich) aus dem Jahre 1642. [2])

Fig. 1 bis 5, Tafel 14, zeigen einige von Oberbaurat Lang entworfene Ausbildungen, teilweise mit sich kreuzenden Unterzügen und Absteifungen nach allen vier Seiten, die keiner weiteren Erklärung bedürfen.

Die früher häufig zu Unterzügen verwendeten „armierten Balken", Fig. 256, — s. S. 22, — gelangen heute nicht mehr zur Ausführung, sondern es werden vielfach statt Holzbalken I Träger verwendet, auf denen die Deckenbalken einfach aufliegen.

Um ein zu großes Vortreten der Unterzüge vor die Decken zu vermeiden, kann man aber auch nach Fig. 257 [3]) die Deckenbalken derartig zwischen die I Träger einstreifen, daß sie nur etwa 8 bis 10 cm über die obere Schienenflansche vorstehen; sie liegen auf Tragbalken, die seitlich an die I Schienen angeschraubt sind, und die zugleich die

1) Paulus, Denkmäler aus Württemberg.

2) Gladbach, Der Schweizer Holzstil.

3) Aus dem Neubau des elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule in Karlsruhe, erbaut von Dr. Warth.

Fig. 254.

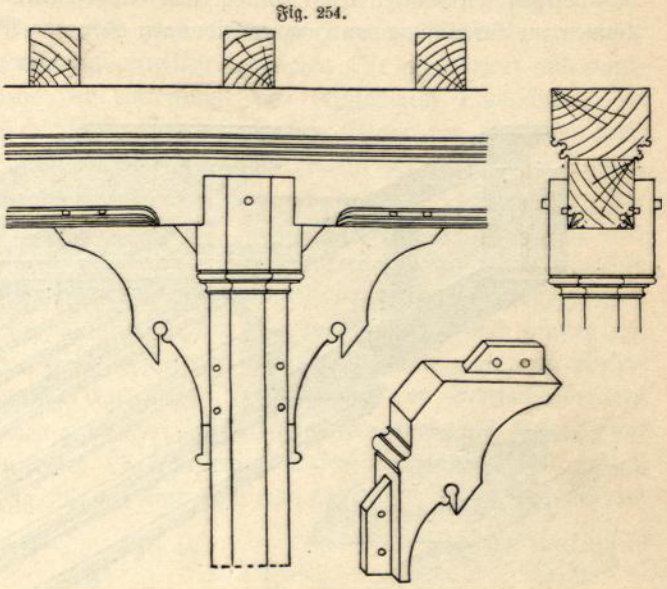


Fig. 255a.

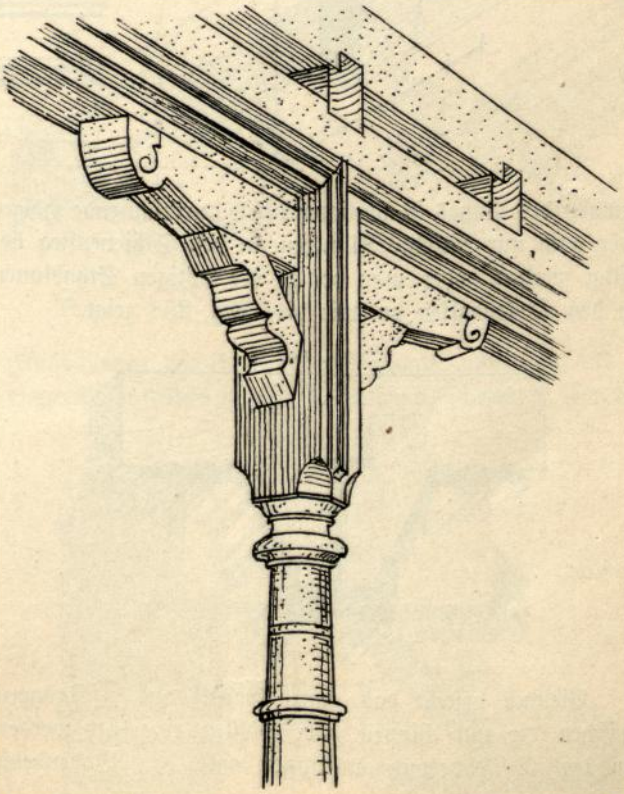


Fig. 255.

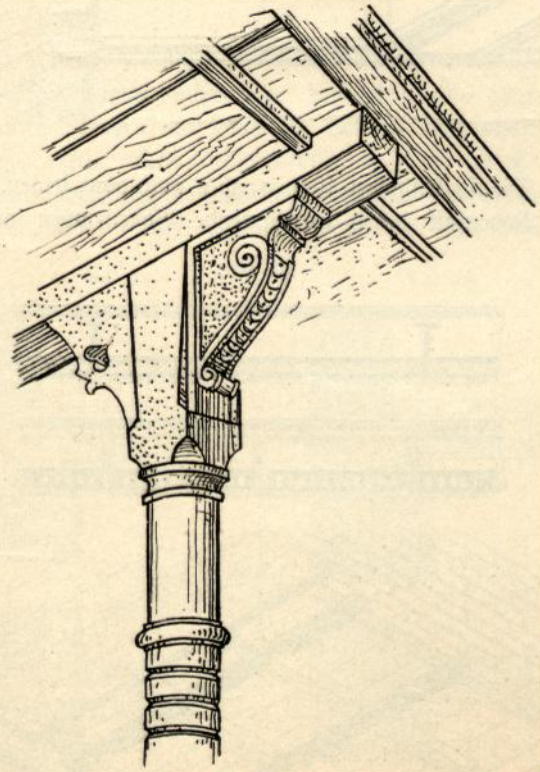
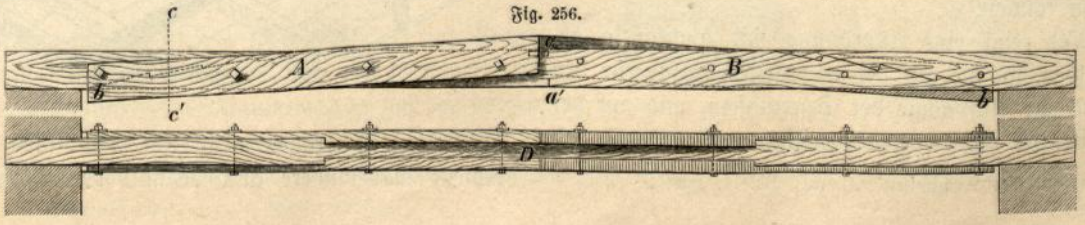


Fig. 256.



Befestigungen einer Unterzugsverkleidung oder die Aufbringung des Verputzes gestatten.

Liegen die Balken auf den eisernen Unterzügen, so können zur Befestigung von Holzverkleidungen oder zum Anbringen des Putzes in ähnlicher Weise durchlaufende Hölzer oder auch nur einzelne Klötzchen an den Schienensteg befestigt werden, oder man bringt die nötigen Schablonen an den Deckenbalken an, wie dies Fig. 258 zeigt.[1])

Fig. 257.

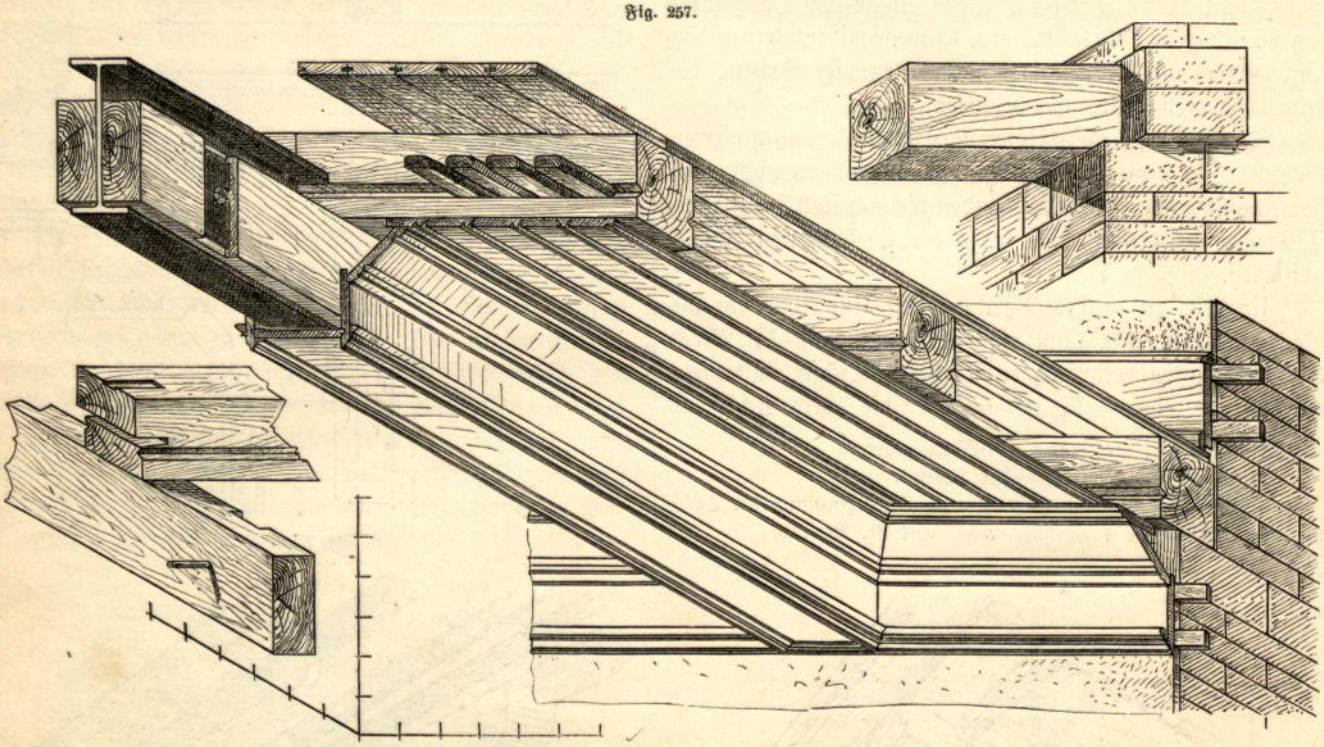
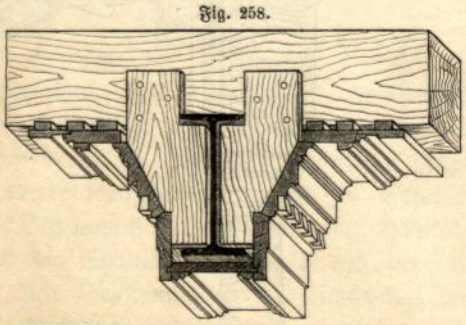


Fig. 258.

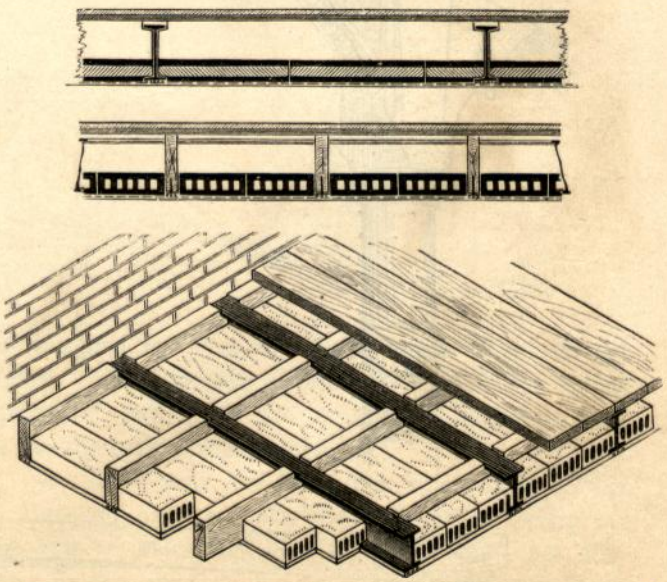


Vielfach besteht das ganze Gebälk aus I Trägern, zwischen die nur Rippen oder Bohlen eingelegt werden, um den Deckenverputz anbringen und den Bodenbelag befestigen zu können.

Fig. 259 zeigt eine Anordnung mit hochkantig gestellten Bohlen, an die auf der Unterseite Drähte für den Verputz und zur Aufnahme der Spreutafeln, und auf der oberen Seite die Bodendielen befestigt werden, während nach der Fig. 260 dargestellten Konstruktion die Decken- und Bodenhölzer getrennt sind; die Befestigung an die I Schienen kann mit den Fig. 29 angegebenen Verbindungshaften bewerkstelligt werden.

Die Deckenhölzer können aber auch ganz fehlen, wenn die Bodenlast durch querlaufende Bodenrippen auf die

Fig. 259.



Eisenbalken übertragen wird, Fig. 261; diese Konstruktion verdient insbesondere auch deshalb den Vorzug, weil die

1) Handbuch der Architektur, Tl. III, Bd. II, Heft 2.

Bodenrippen mit den I Schienen fest verbunden werden können, was bei Parkettboden unbedingt erforderlich ist, um ein Hochziehen der Bodenrippen zu verhindern.

Fig. 260.

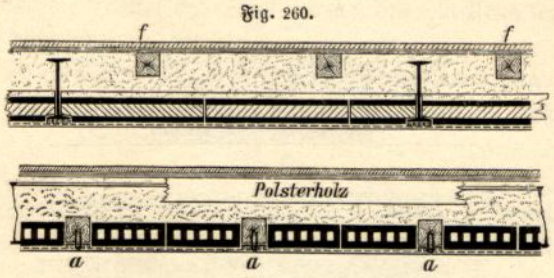
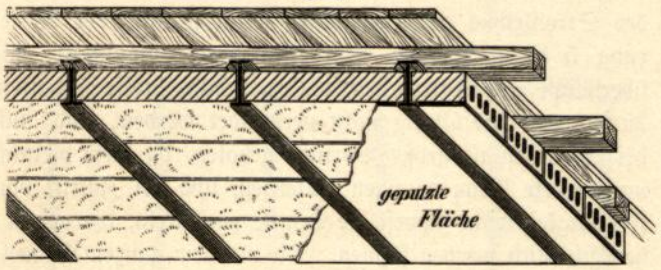


Fig. 261.

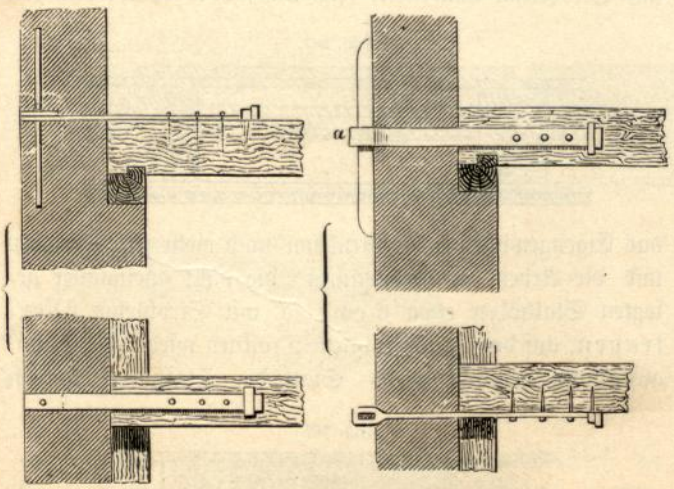


§ 3.

Balkenverankerungen.

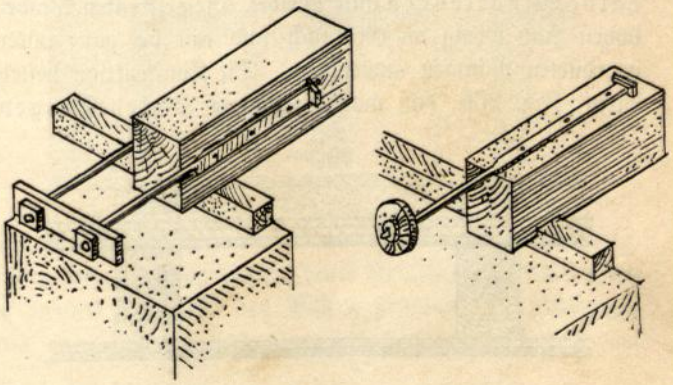
Die Balkenverankerungen bezwecken, die gegenüberstehenden Mauern mit Hilfe der Balken, die deshalb nicht gestoßen sein sollen, andernfalls an dem Stoß durch Schienen sorgfältig verbunden sein müssen, fest miteinander zu verankern. Dies geschieht durch die schmiedeeisernen

Fig. 262. Fig. 263.



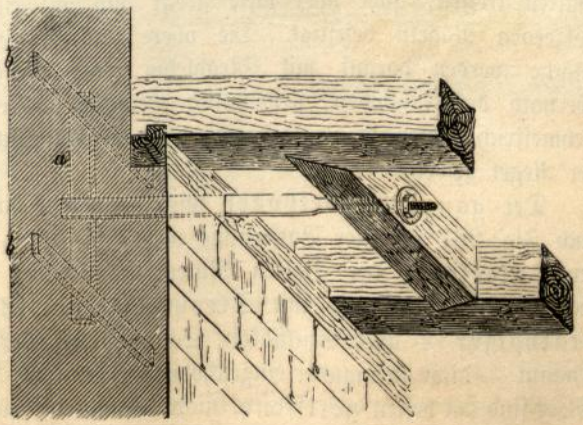
Balkenanker, die aus 10 bis 15 mm starkem und 40 bis 60 mm breitem Flacheisen bestehen, das mit Krampen und Nägel, eventuell auch mit Schraubenbolzen auf der oberen Fläche des Balkens, Fig. 262, oder auf einer Seitenfläche, Fig. 263, befestigt wird. Im ersten Fall wird das vordere Ende des Ankers durch Umschmieden verdoppelt und durch die Verdoppelung ein Loch gehauen, in das der 25 bis 30 mm starke runde Ankersplint (Nadel) eingesteckt wird. Im zweiten Fall wird das vordere Ankerende zu einer hochkantig gestellten länglichen Öse geschmiedet und durch diese der Ankersplint von rechteckigem Querschnitt, der Schlüssel, hindurchgesteckt. Damit der Schlüssel nicht durchfallen kann, wird er verkeilt oder erhält bei a einen kleinen Ansatz, mit dem er auf der Öse aufsitzt. Die Ankersplinte müssen möglichst große Steine fassen und dürfen auf keine Stoßfugen treffen; sie liegen entweder ganz vor der Mauer, und sind dann oft formal ausgebildet, oder sie sind in die Mauer eingelassen und bündig mit derselben. Statt der Ankersplinte kann man auch Ankerplatten anwenden, die mit Hilfe von Schraubenmuttern befestigt werden, indem das vordere Ende des Ankers, statt in einer Öse, in einer starken Schraubenspindel endigt, Fig. 264a. Auch kann man auf beiden Seiten des Balkens

Fig. 264. Fig. 264a.



Flachschienen mit Schraubenendigungen anbringen und ein wagrecht liegendes starkes Flacheisen vorschrauben, Fig. 264.

Fig. 265.



Eine sehr wirksame Verankerung läßt sich auch, nach Fig. 265, auf die Weise anbringen, daß man zwischen zwei

Balken ein starkes Holzstück mit Versatzung einzapft, durch dessen Mitte der Anker mit einer Schraubenspindel reicht und eine Unterlagsscheibe samt Schraubenmutter aufnimmt. Der Splint a greift hinter ein Paar etwa 0,9 m lange, horizontal liegende Schienen b b und faßt so ein großes Stück Mauer.

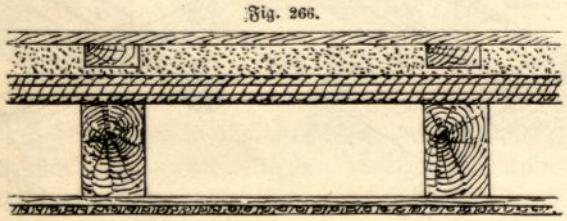
§ 4.

Konstruktion der Zwischendecken.

Die Ausfüllung der zwischen den einzelnen Deckenbalken verbleibenden Zwischenräume, der Fache, zur Bildung der Decke und des Fußbodens wird sich nach den Anforderungen zu richten haben, die man an die Deckenbildung in Bezug auf äußere Gestaltung, Feuersicherheit, geringe Leitungsfähigkeit von Schall und Wärme, Leichtigkeit u. s. w. stellt.

Zu den älteren Konstruktionen gehören die sogenannten Windelboden, bei denen man gestreckte, ganze und halbe Windelboden unterscheidet. Die gestreckten Windelboden sind wenig im Gebrauch und nur bei ganz untergeordneten Räumen anwendbar. Die Konstruktion besteht darin, Fig. 266, daß man sogenannte Schlehtstangen,

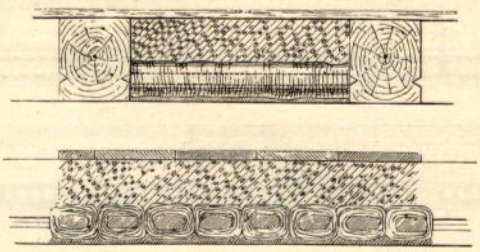
Fig. 266.



das sind etwa 9 cm im Durchmesser starke, runde oder auch gespaltene Stangen von Kiefern-, Erlen-, Birken- u. s. w. Holz, die vorher mit Strohlehm umwunden werden, dicht nebeneinander und mit abwechselnden Stößen, die auf die Balken treffen, quer über diese streckt und mit einigen hölzernen Nägeln befestigt. Die obere und die untere Fläche werden darauf mit Strohlehm glatt gestrichen, oberhalb der Fußboden, gewöhnlich ebenfalls aus einem Lehmestrich bestehend, aufgebracht, und die Untersicht in der Regel geweißt

Der ganze Windelboden wird hergestellt, indem nach Fig. 267 in einer Entfernung von 7 bis 9 cm von der Unterkante der Balken Nuten in dieselben eingearbeitet und in diese mit Strohlehm umwickelte Stakhölzer — auch Stickhölzer, Schlierhölzer, Spreizen genannt — dicht aneinander eingeschoben werden; die Stakhölzer sind am besten gerissene, nicht geschnittene, eichene oder forlene Hölzer von 3 bis 4 cm Stärke bei 6 bis 8 cm Breite. Die Unterfläche des „Gewickels" wird bündig mit den Balken glattgestrichen, in der Regel gerohrt oder mit Rohrmatten überzogen und verputzt, während die Balkenfache oberhalb mit reinem, trockenem Sande aufgefüllt werden, was natürlich erst nach vollständigem Austrocknen

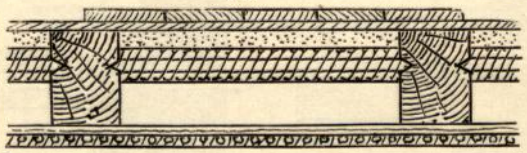
Fig. 267.



des Strohlehms geschehen kann, wozu je nach der Witterung 5 bis 6 Wochen erforderlich sind. Bauschutt, wie überhaupt alle Materialien, die organische Stoffe enthalten, dürfen zur Ausfüllung nicht verwendet werden, und auch bei Schlacken ist große Vorsicht geboten, da diese vielfach ungeeignete Beimengungen enthalten, und bei Zutritt von Feuchtigkeit leicht schwefelige Dünste entwickeln, die gesundheitsschädlich werden können. Die mit dem ganzen Windelboden konstruierten Decken halten warm und leiten den Schall schlecht, sie haben dagegen ein großes Eigengewicht und erfordern daher ein starkes Gebälk, weshalb ihnen vielfach der halbe Windelboden vorgezogen wird, der geringeres Eigengewicht besitzt, aber den Nachteil der Hellhörigkeit hat.

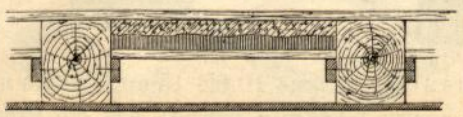
Bei dem halben Windelboden werden die Nuten etwa 9 bis 12 cm von der Oberkante der Balken angebracht, und hier entweder die Stakhölzer eingelegt und mit Strohlehm umwickelt, Fig. 268, oder es werden, um

Fig. 268.



das Eigengewicht der Konstruktion noch mehr zu verringern und die Arbeit zu vereinfachen, die dicht aneinander gelegten Stakhölzer etwa 6 cm dick mit Strohlehm übertragen, auf den nach erfolgtem Trocknen wieder die Sandauffüllung gebracht wird. Statt der Stakhölzer können

Fig. 269.

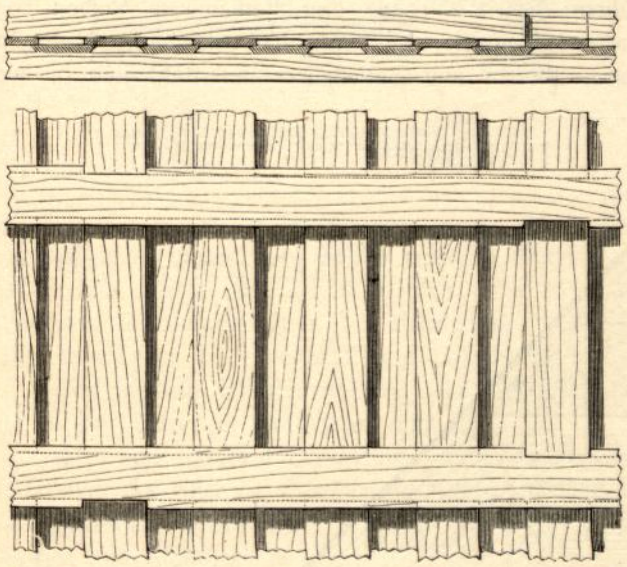


auch Brettstücke oder Schwarten auf seitlich an die Balken angenagelte Latten eingelegt werden, wodurch sich der sogenannte Streif- oder Fehlboden ergiebt, der ebenfalls

mit Strohlehm übertragen und mit Sand überfüllt wird, Fig. 269. Der Strohlehm muß durchweg dicht schließen, damit ein Durchrieseln des Sandes ausgeschlossen ist, während die Bretter des Streifbodens, des Quellens wegen, nicht dicht aneinander getrieben werden.

Werden die Bretter der Einschubdecke nach Fig. 270 so eingelegt, daß sie nicht nebeneinander liegen, sondern

Fig. 270.



sich abwechselnd überdecken, so entsteht die sogenannte Stülpdecke, bei der häufig die Bretter nicht auf angenagelte Latten, sondern in entsprechende Nuten eingelegt werden; um sie in diese bringen zu können, müssen an

Fig. 271.

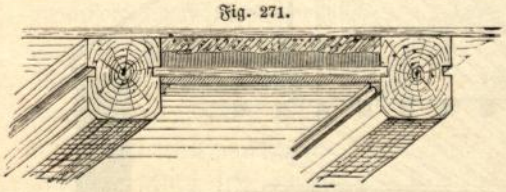
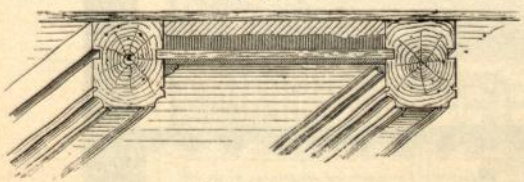


Fig. 272.

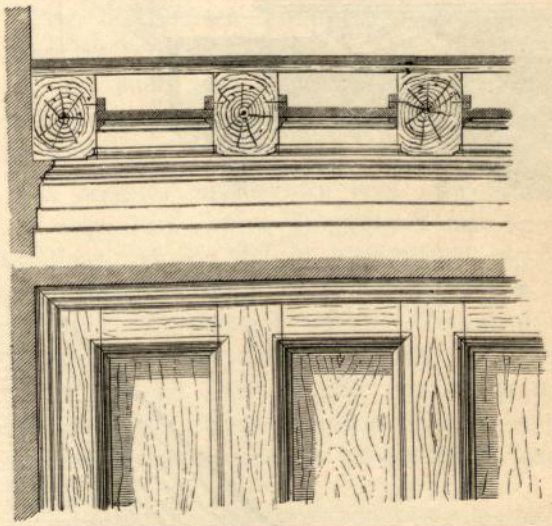


jedem Balken ein oder zwei Ausschnitte von der Tiefe der Nuten und gleich der Brettbreite angebracht werden, Fig. 270 und 277. Auch hier werden die Bretter mit Lehmestrich übertragen und mit Sand überfüllt.

Zur Anbringung des Deckenputzes muß bei den vorbeschriebenen Konstruktionen die Unterfläche der Balken verschalt und gerohrt, oder Gipslatten oder Rohrgewebe aufgebracht werden; der Raum zwischen der Gipsdecke und der Stakung oder dem Streifboden bleibt frei, wodurch das Eigengewicht wesentlich vermindert wird.

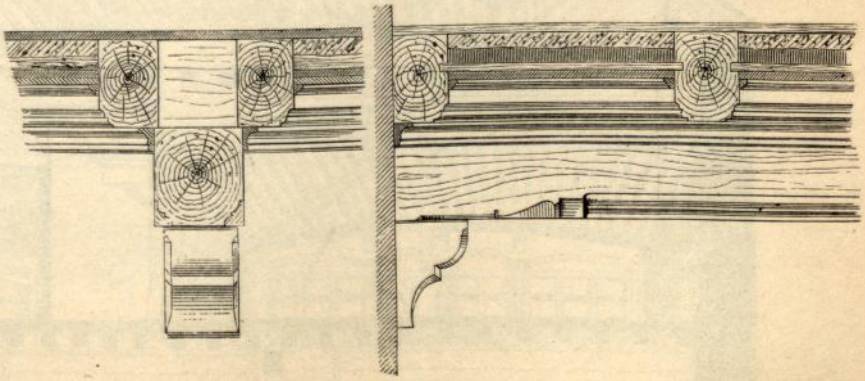
Sollen die Balken sichtbar bleiben, so kann man nach Fig. 271 und 272 dieselben abhobeln, sie mehr oder weniger reich profilieren — wie wir aus dem Mittelalter und der Renaissance schöne Beispiele besitzen —, die Unter-

Fig. 273.



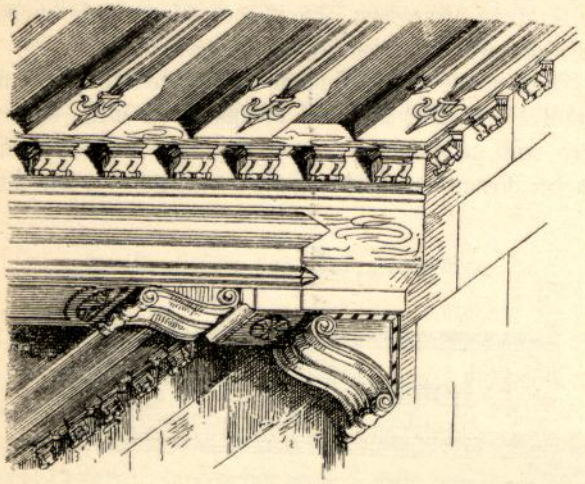
sicht des Streifbodens rohren und verputzen, und den Anschluß der geputzten Felder durch Kehlleisten decken. Oder es werden an Stelle des Putzes gehobelte Verschalungen aus einzelnen Riemen oder aus verleimten Tafeln an-

Fig. 274.



gebracht, in welchem Fall häufig an den Enden Wechsel zwischen die Balken eingelegt werden, so daß sich abgeschlossene Felder bilden, die von den an den Balkenkanten angebrachten Profilierungen umrahmt werden, Fig. 273. Werden die Balken noch durch Unterzüge unterstützt, dann wiederkehren die Untersichten nicht allein vor den Wänden, sondern auch zu beiden Seiten der Unter-

Fig. 275.



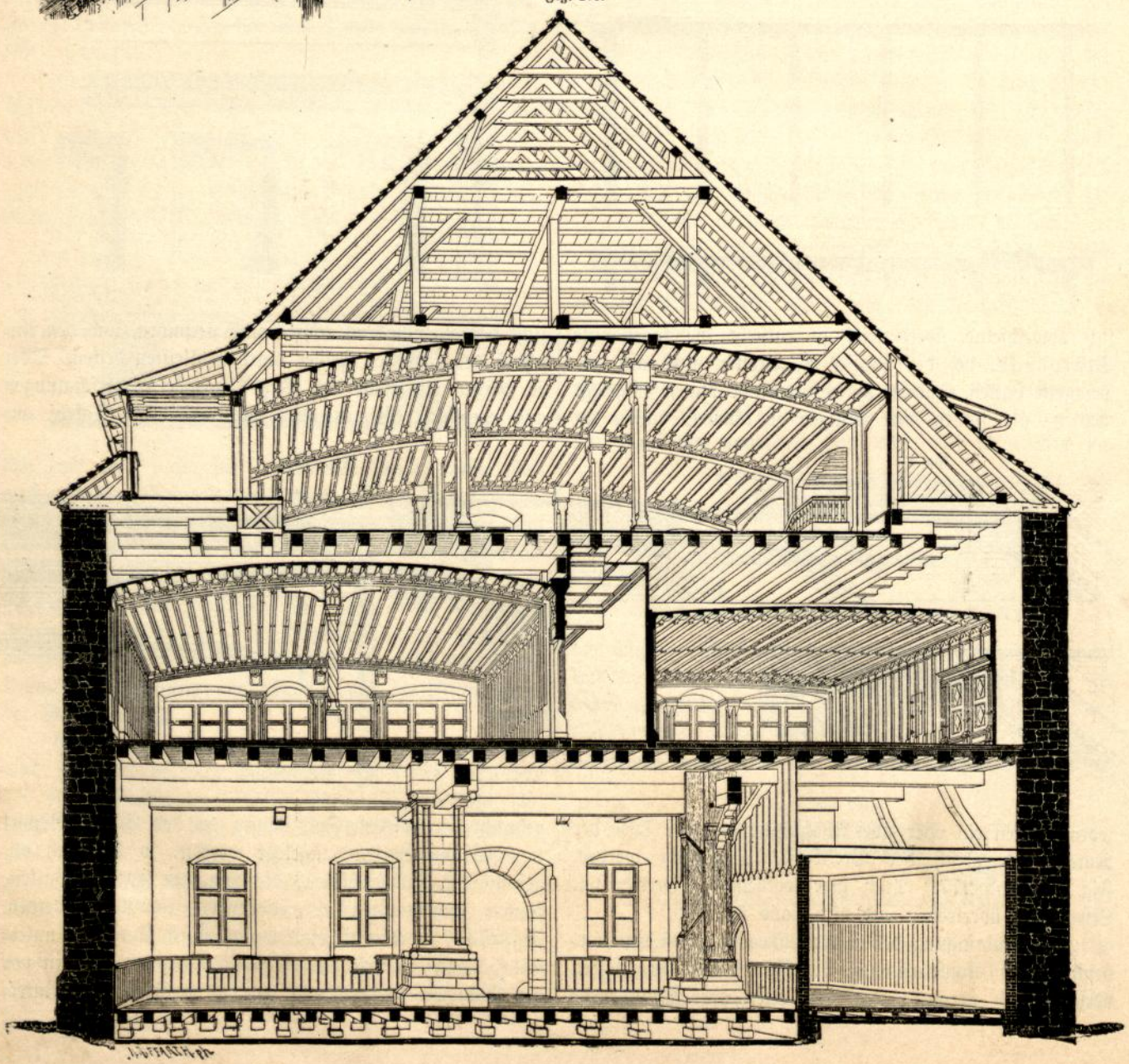
züge, wodurch die Deckenfelder je zwischen Wänden und Unterzügen in sich abgeschlossen und umrahmt werden, Fig. 274.

Ein schönes Beispiel einer solchen Balkendecke auf Unterzügen giebt Fig. 275 aus dem Rathause zu Rothenburg a. d. Tauber.

Derartige Balkendecken lassen sich auch gewölbeartig und unabhängig von den eigentlichen Balkenlagen ausführen; Fig. 276[1]) aus dem Rathause in Lindau zeigt mehrere Beispiele, bei denen die gekrümmten Unterzüge durch Pfosten und Sattelhölzer unterstützt sind (s. auch

1) Deutsche Bauzeitung 1888.

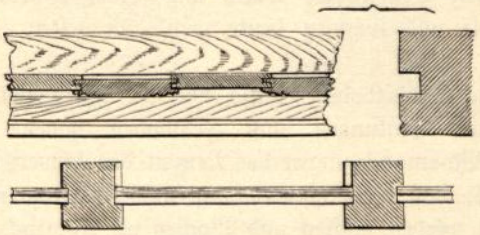
Fig. 276.



die ähnliche Konstruktion einer gewölbeartigen Bohlendecke in Fig. 280 und 307).

Bei sichtbar bleibenden Balken läßt sich auch die Stülpdecke in hübscher Weise ausbilden, wenn man die Bretter von gleicher Breite nimmt, sie nach Fig. 277

Fig. 277.



spundet, und da, wo sie übereinander greifen, kehlt; hierbei müssen die vortretenden Balken natürlich ebenfalls behobelt und gekehlt oder gestäbt werden. Bei diesen gespundeten Schalungen kann der Lehmestrich wegbleiben und unmittelbar die Sandauffüllung aufgebracht werden.

Eine ähnliche Deckenausbildung zeigt Fig. 278, wie sie bei den Schweizer Holzbauten nicht selten ist.

Statt mit einfachen Verschalungen können die Balkenfache auch mit einer Art Vertäferung versehen werden, die als „gestemmte" Arbeit aus Friesen und Füllungen gebildet wird. Die Deckenfelder ruhen auf starken Gesimsleisten und müssen gegen das Verziehen durch rückwärts angebrachte Rahmenschenkel gesichert werden. Diese Hölzer laufen nicht allein über den Langfriesen, sondern auch über den Quer- und Kreuzfriesen hinweg, wodurch dieselben fest eingespannt werden, Fig. 279.

Erwähnt sei hier eine eigenartige, bei den Schwarzwaldhäusern mitunter vorkommende Anordnung, nach der unter der eigentlichen Balkenlage die Zimmerdecke in Form eines flachen Gewölbes aus gefederten Dielen nach Fig. 280 gebildet ist, und zwar so, daß der mittlere Dielen, der keilförmig gestaltet ist, durch die Frontwand hindurchreicht, und von außen nachgetrieben werden kann, wenn die Bretter zusammentrocknen.

Den Zweck des Nachtreibens hat auch der bei dem Blockhause Tafel 9 vortretende Dielen.

Diese verschiedenen vorstehend verzeichneten Ausbildungen der Deckenuntersichten, wie auch die im § 5, Kap. V mitgeteilten, können auch bei den nachfolgend angegebenen Deckenkonstruktionen, vielleicht mit kleinen Abänderungen in der Anordnung, zur Anwendung kommen.

Bei größeren Spannweiten sucht man hochkantiges Gebälk anzuordnen, dessen Tragfähigkeit man durch eine Kreuzstakung nach Fig. 281 zu erhöhen sucht, die zugleich eine vorzügliche Versteifung der hochkantig stehenden Balken gegen seitliche Bewegungen bewirkt. Die Kreuzstakung wird oberhalb wieder circa 6 cm hoch mit Strohlehm übertragen und mit Sand überfüllt. Um die gegenseitige Absprengung recht wirksam zu machen, legt man die Balken etwas weniger weit auseinander als gewöhnlich, und zwar

Fig. 279.

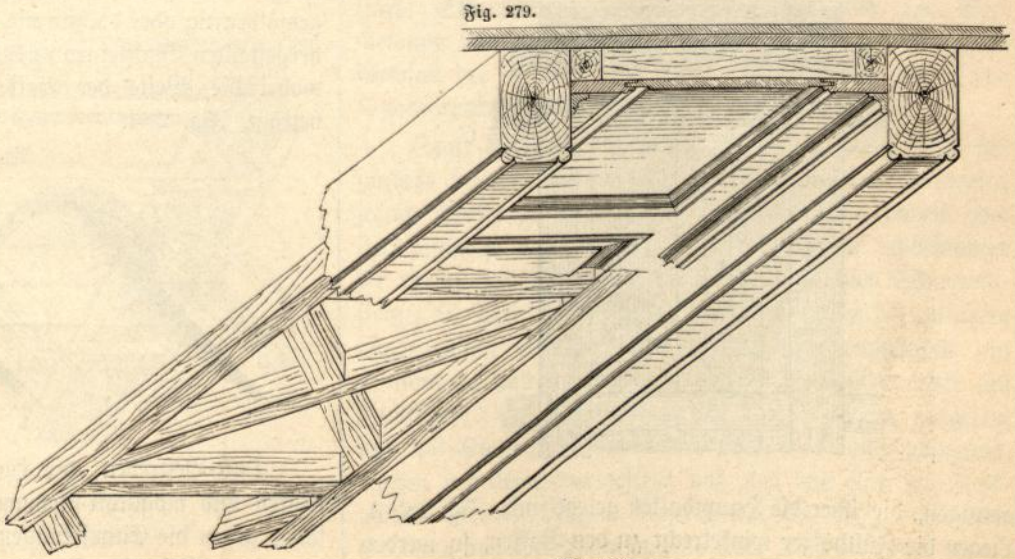


Fig. 278.

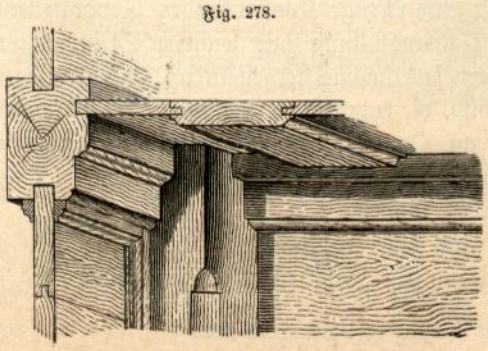
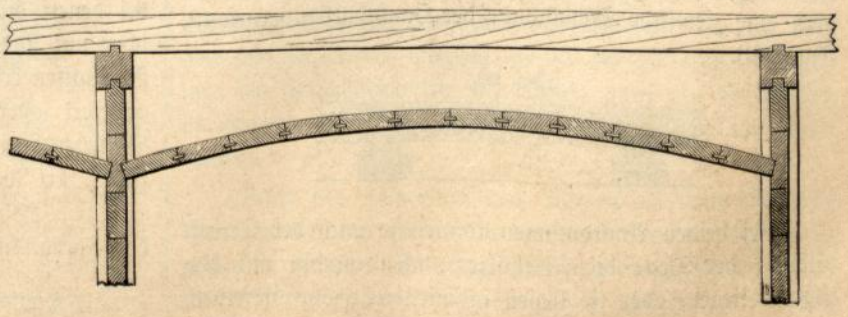
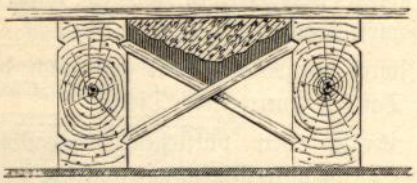


Fig. 280.



nur 0,60 bis 0,70 m von Mitte zu Mitte; die Stakhölzer dürfen nicht zu schwach sein und müssen recht fest eingespannt werden. Der Deckenputz kann auf Schalung und Rohrung, auf Gipslättchen u. s. w. angebracht werden.

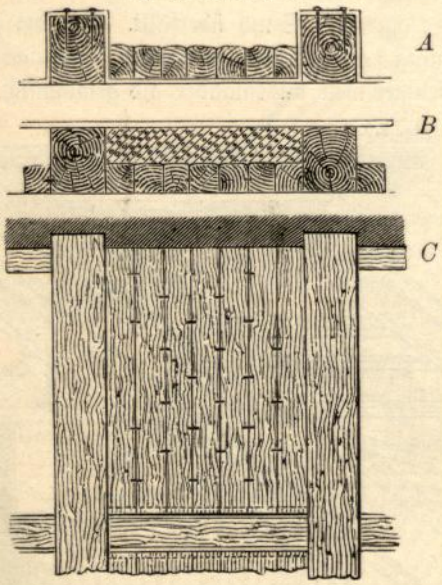
Fig. 281.



In holzreichen Gegenden wendet man wohl auch eine Art Dübelgebälk von schwächeren Füllhölzern zur Ausfüllung der Balkenfache an, die mit den Hauptbalken parallel oder senkrecht zu diesen liegen.

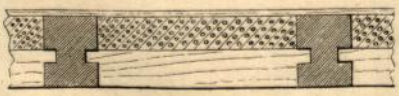
Bei paralleler Lage werden die Füllhölzer in angemessenen Entfernungen entweder durch eingezogene hölzerne Wechsel, Fig. 282 B und C, oder durch Bandeisen

Fig. 282 A, B und C.



getragen, die über die Hauptbalken gelegt sind, Fig. 282 A. Liegen die Füllhölzer winkelrecht zu den Balken, so werden sie mit Zapfen in entsprechende Nuten eingesetzt, was jedoch eine ziemliche Schwächung der Hauptbalken verursacht, Fig. 283.

Fig. 283.

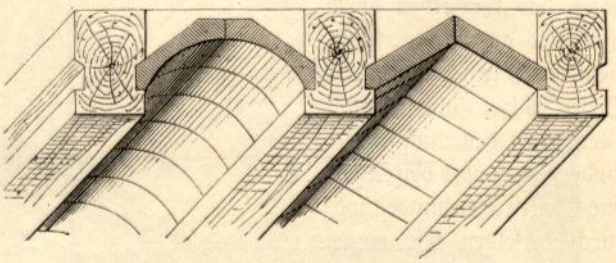


Bei beiden Anordnungen können je nach der Durchbildung der Decke die Füllhölzer unten bündig mit den Balken liegen, oder sie liegen in mittlerer Höhe derselben, oder sie können auch oben bündig gelegt werden, wenn der Fußboden auf besondere Polsterhölzer gelegt und somit ganz von dem Gebälke getrennt werden soll. In allen Fällen werden die Fugen zwischen den Füllhölzern oberhalb gut mit Lehm ausgestrichen, um ein Durchrieseln der Sandauffüllung zu verhindern.

Diese Decken sind warm und solid, erfordern aber viel Holz und kommen heute wohl nur selten zur Ausführung.

Die Windelboden ebenso wie die mit Lehmübertrag versehenen Stakungen und Fehlboden haben bei den raschen Bauausführungen der Neuzeit den schwerwiegenden Nachteil, daß Lehmumwickelung und Übertrag naß eingebracht werden müssen und Wochen zur Austrocknung erfordern, und daß bei nicht völliger Austrocknung die Holzbalken, die überdies durch die gefederten Bodenbeläge und den Gipsdeckenputz dicht von der Luft abgeschlossen sind, einem baldigen Verderben anheimfallen; die Windelboden belasten außerdem das Gebälk in hohem Grade und erfordern deshalb bedeutende Balkenquerschnitte. In feuchten Räumen, wie Stallungen und dergl., sind diese Lehmestrichkonstruktionen überhaupt nicht anwendbar, da der Lehm unter dem Einfluß der Dünste aufweicht, weshalb bei derartigen Anlagen schon lange die Balkenfelder entweder gewölbeartig oder dachförmig mit besonders zu diesem Zweck hergestellten Backsteinen ausgemauert, „ausgerollt“ werden, wobei die Weite der Balkenfache etwa 0,42 bis 0,45 m beträgt, Fig. 284.

Fig. 284.



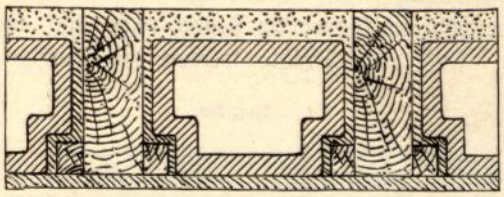
Das Bestreben, die Holzbalkendecken im allgemeinen trocken und möglichst schwammsicher und auch widerstandsfähig gegen die Einwirkungen des Feuers herzustellen, hat in neuerer Zeit eine Menge Konstruktionen hervorgerufen, bei denen die Fachausfüllung mit leichtem Steinmaterial oder mit anderen fabrikmäßig hergestellten, völlig trockenen Baustoffen erfolgt, die entweder in bestimmten Abmessungen geliefert oder an Ort und Stelle für die verschiedenen Balkenentfernungen in einfacher Weise (mit Säge u. s. w.) zugerichtet werden können.

Fig. 285 zeigt eine in Frankreich vielfach übliche Art der Fachausfüllung mit Hohlsteinen, System Laporte,[1])

1) Deutsche Bauzeitung 1886, Seite 202.

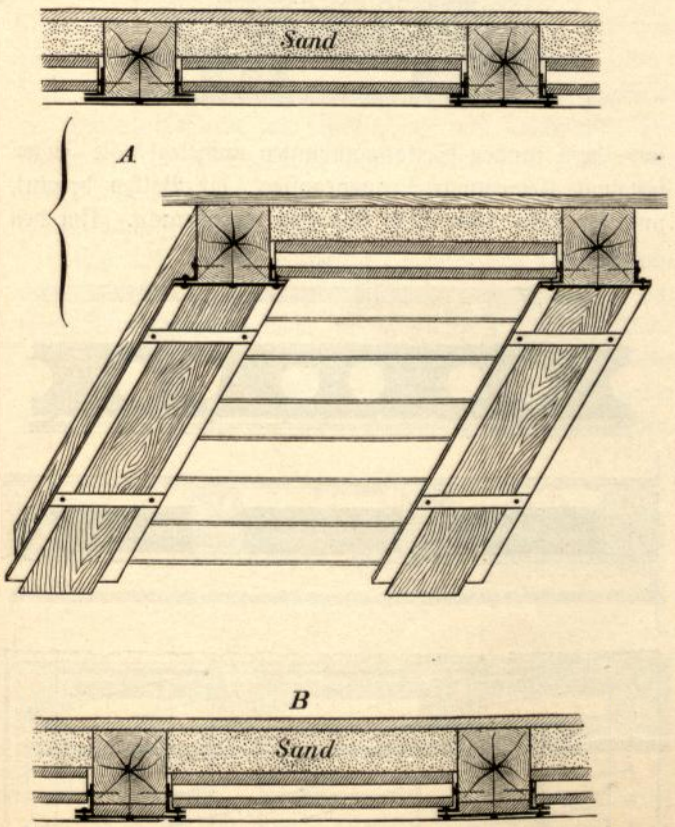
bei der gebrannte Hohlsteine von 17 cm Höhe, 32 cm Länge und 25 oder 33 cm Breite zwischen die Balken eingelegt und mit Gips- oder Cementmörtel versetzt werden.

Fig. 285.



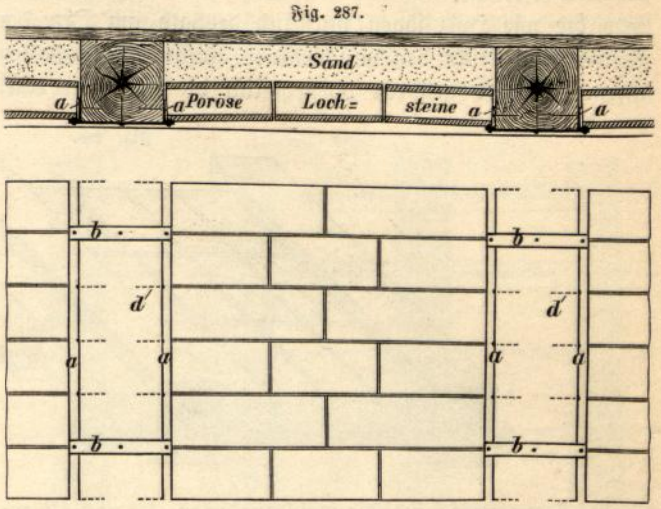
Wegen der ziemlich engen Teilung werden Bohlenbalken von 8 bis 10 cm Breite verwendet; die Unterflächen der Steine sind zur Aufnahme des Putzes gerieft, und die Balken werden in gewöhnlicher Weise berohrt oder mit verzinkten Drahtgeweben überzogen. Das Eigengewicht beträgt ohne die Sandauffüllung 90 bis 94 kg pro Quadratmeter.

Fig. 286.



Bei der Holzbalkendecke von H. Bilgner (Großh. Kunstziegelei in Schwerin), D. R. P., werden zur Bildung der wagrechten Decke entweder leichte, poröse und hohle Backsteinplatten von 10 cm Höhe, 12 cm Breite und 60 bis 84 cm Länge nach Fig. 286, oder poröse Hohlsteine von $25 \times 25 \times 10$ cm in ganz flachen Gewölben, Fig. 287, mit Cementmörtel zwischen die Balken eingelegt. Um unverrückbares Auflager und Widerlager zu erhalten, werden an den Holzbalken beiderseits Winkelschienen a befestigt, die

Fig. 287.



durch eiserne Querstäbe b in gleichem, beim Nachtrocknen der Holzbalken sich nicht vermindertem, gegenseitigem Abstande erhalten werden. Zwischen den eisernen Querstreben und den Balken können nach Fig. 286 B leichte, poröse, 2 cm starke Steinplatten gegen Feuersgefahr und zur Vermeidung von Rissen im Deckenputz eingelegt werden. Das Gewicht der Platten und Steine beträgt circa 70 kg pro Quadratmeter.

Statt dieser Steinmaterialien, die in jedem Fall besonders bezogen werden müssen, ist es meistens bequemer, solche Stoffe zu verwenden, die überall zu haben oder stets leicht zu erhalten sind. Hierher gehören insbesondere die rheinischen Tuff- oder die sonstigen leichten Schwemmsteine, die gute, warme und schalldichte Decken bei geringem Eigengewicht ergeben. Sie werden am einfachsten auf geschnittene und in Nuten eingesetzte Stakhölzer oder auf Brettstücke, die auf angenagelten Leisten liegen, aufgelegt und mit Gipsmörtel vermauert, oder, was völlig genügend, trocken nebeneinander gestellt und nur von oben mit Gipsmörtel in den Fugen verstrichen, Fig. 288. Bei Verwendung von Bohlenbalken und einer Fachweite von 40 cm können die Fache ohne Stakhölzer oder Brettstücke mit Schwemmsteinen im Verband ausgemauert werden, Fig. 289, was um so leichter möglich ist, als bei der engen Balkenlage die Fußbodenbretter die Lasten ganz auf die Balken übertragen und die Fachausfüllungen nahezu unbelastet bleiben.

Statt der Schwemmsteine können die noch leichteren Korksteine, die Wärme und Schall sehr schlecht leiten, genau in derselben Weise zur Bildung der Fachkonstruktion Verwendung finden, doch können sie wegen ihres hohen

Preises für die gewöhnlichen Hochbaukonstruktionen kaum in Frage kommen.

Noch einfacher gestalten sich die Ausführungen mit jenen Baustoffen, die sich bei verhältnismäßig geringem Gewichte wie Holz sägen und sich deshalb am Orte der Verwendung leicht den verschiedenen Fachweiten anpassen lassen. Hierher gehören vornehmlich die Gipsdielen,

Fig. 288.

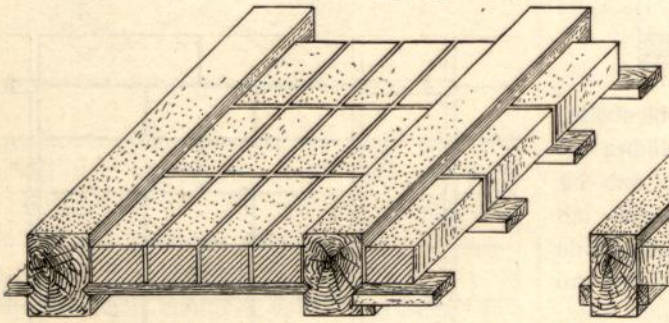
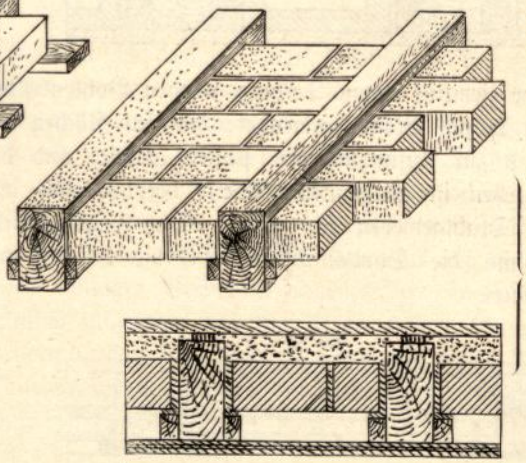


Fig. 289.



2,5 bis 7 cm stark, und die Hohlgipsdielen, 10 und 12 cm stark, die für Deckenkonstruktionen neuerdings ausgedehnte Verwendung finden. In der Regel werden sie in der gleichen Weise wie die Streifboden zwischen die Balken auf angenagelte Latten eingelegt, mit Gipsmörtel in den Fugen verstrichen und mit Sand überfüllt, Fig. 290 u. 290a.

Fig. 290.

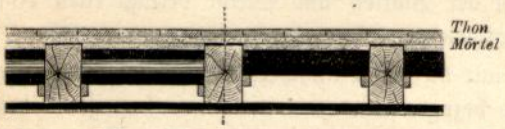
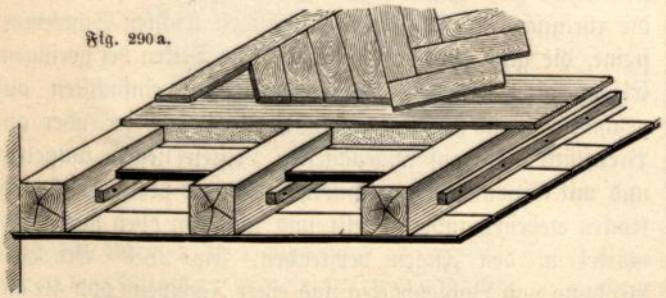


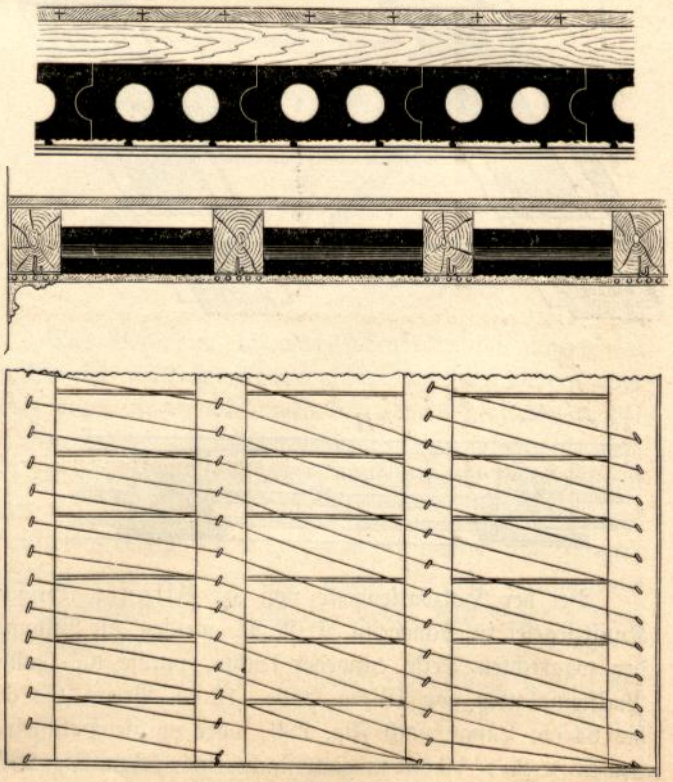
Fig. 290a.



Die Decke wird dann in der gewöhnlichen Weise auf Schalung und Rohrung, auf Rohrmatten, Gipslatten oder dergl. geputzt, doch können die Balken auch sichtbar bleiben und nur die Felder verputzt, oder auch verschalt, vertäfert u. s. w. werden, in der Weise, wie dies bereits besprochen wurde. Die Tragfähigkeit der Gipsdielen genügt selbst für große Weiten der Balkenfache. Die Gipsdielen von Mack in Ludwigsburg sind durchweg mit Nut und Falz versehen, wodurch ein inniger Verband der aneinander stoßenden Dielen und erhöhte Isolierfähigkeit erreicht wird, Fig. 291.

Die Gipsdielen, in Stärken von 6 bis 12 cm, können auch bündig mit der Unterfläche der Balken gelegt werden, zu welchem Zweck in Entfernungen von etwa 9 cm verzinkte, 2 mm starke Drähte mit verzinkten Krampen an die Balken nach Fig. 291 befestigt werden; durch die gebrochene Führung können die Drähte recht straff angezogen werden. Auf diese Drähte werden die Gipsdielenstücke mit ihrer rauhen Seite nach unten aufgelegt, die Fugen satt mit Cementmörtel ausgegossen, die Balken berohrt, und der etwa 2 cm dicke Gipsputz aufgebracht. Um den

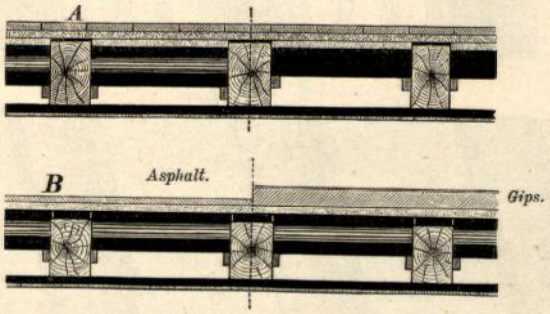
Fig. 291.



Deckenputz von den Holzbalken zu isolieren, empfiehlt es sich, die Balken vor dem Ziehen der Drähte auf der Unterfläche mit Dachpappe zu benageln.

Der Deckenputz kann auch in der Weise hergestellt werden, daß die Decke mit 2,5 cm starken Gipsdielen nach Fig. 290 und 292 verschalt und diese etwa 1 cm stark verputzt werden.

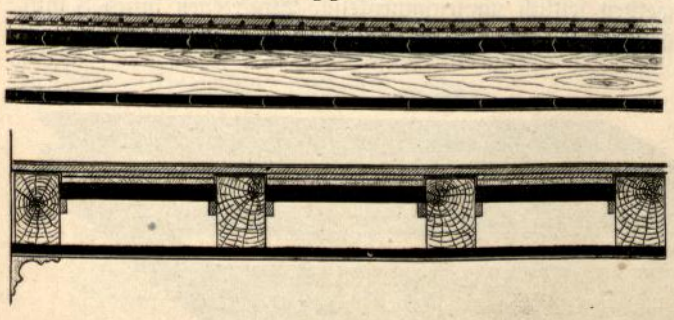
Fig. 292.



Soll der Bodenbelag aus Plättchen, Terrazzo und dergl. gebildet werden, so legt man die Gipsdielen so zwischen die Balken ein, daß sie etwa 2 cm unter deren Oberkante liegen; die Fugen werden mit Gipsmörtel ausgegossen, die Balkenoberfläche zur Isolierung mit Dachpappe benagelt und die Plättchen in 3 cm starken Portlandcementmörtel auf Sandauffüllung verlegt oder der Terrazzoboden aufgebracht, Fig. 292, A.

Fig. 292, B giebt eine etwas abgeänderte Konstruktion mit Hohlgipsdielen, Sandauffüllung und Asphaltboden (auch Asphaltparkett), oder mit Gipsestrich und Linoleumbelag, bei der die zur Haltbarkeit des Bodens erforderliche Isolierung des Holzwerkes durch 2,5 cm starke Gipsdielen bewirkt ist, die auf die Balkenoberfläche genagelt werden.

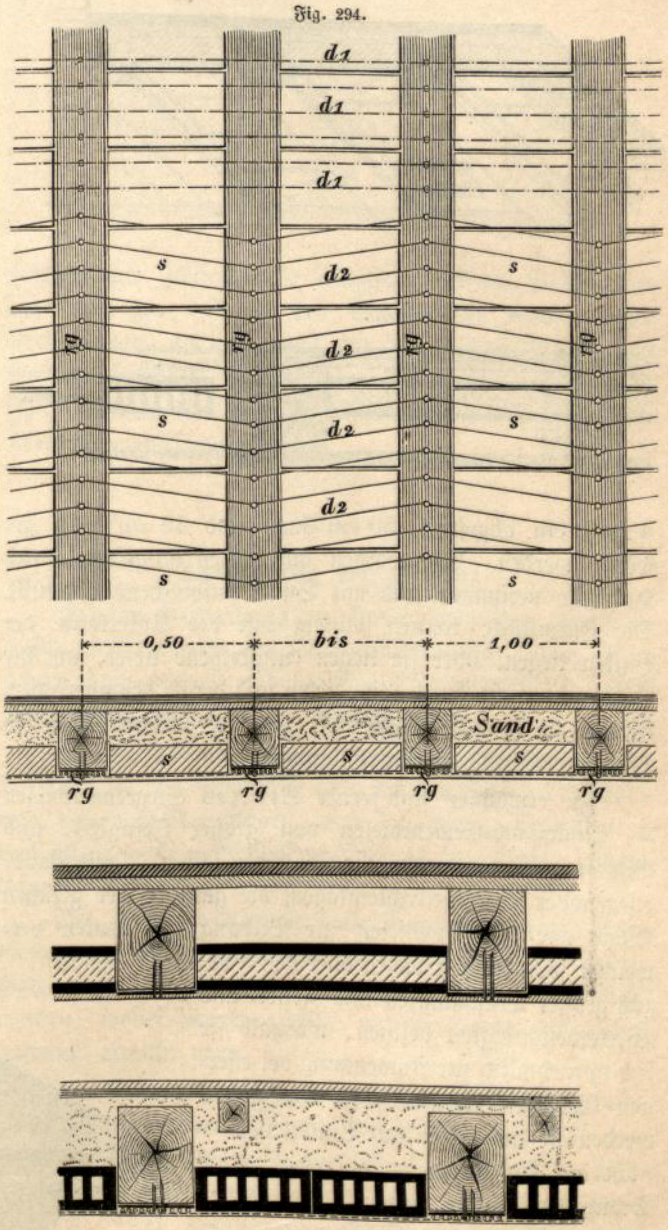
Fig. 293.



Ein solider Gipsestrichboden kann nach Macks Konstruktion, Fig. 293, auch in der Art hergestellt werden, daß die Balkenoberflächen mit Dachpappe benagelt und mit einem Drahtnetz nach Fig. 291 überzogen werden, welch' letzteres nunmehr in den Gipsestrich eingebettet wird, weshalb die dünne Sandschicht bis 1 cm unter Balkenoberkante reicht.

Alle diese Deckenkonstruktionen sind leicht, dicht und warm, und wenn auch nicht ganz feuersicher, so doch sehr widerstandsfähig gegen die Einwirkungen des Feuers; sie können dagegen an feuchten Orten keine Verwendung finden, und auch Gipsdielen, die zu ihrem Schutze mit einer Lage Asphaltpappe überzogen sind, werden den Einflüssen von Dünsten und Feuchtigkeit nicht dauernd widerstehen.

Fig. 294.

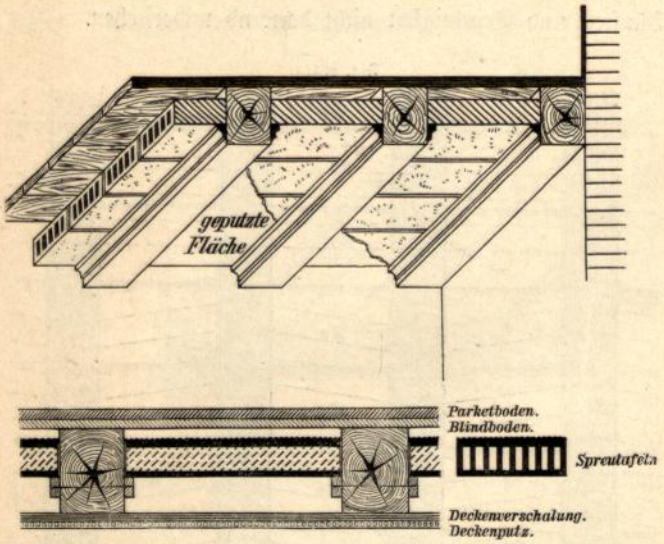


Nahe verwandt den Gipsdielen sind die Spreutafeln von Dr. Katz, die aus Gips, Kalk, Spreu, Sägespänen und dergl. mit Leimwasser bestehen und in Hohltafeln von 0,67 m Länge, 0,30 m Breite bei 10 cm Dicke in den Handel kommen, und sich ebenfalls mit der Säge schneiden lassen. Die Verwendung ist die gleiche, wie bei den Gips-

dielen, so daß die in Fig. 294 und 295 dargestellten Konstruktionen keiner weiteren Erläuterung bedürfen.

Bei der Heister'schen Patentdecke werden besondere hohle Formstücke aus Gips verwendet, die in Breiten von

Fig. 295.

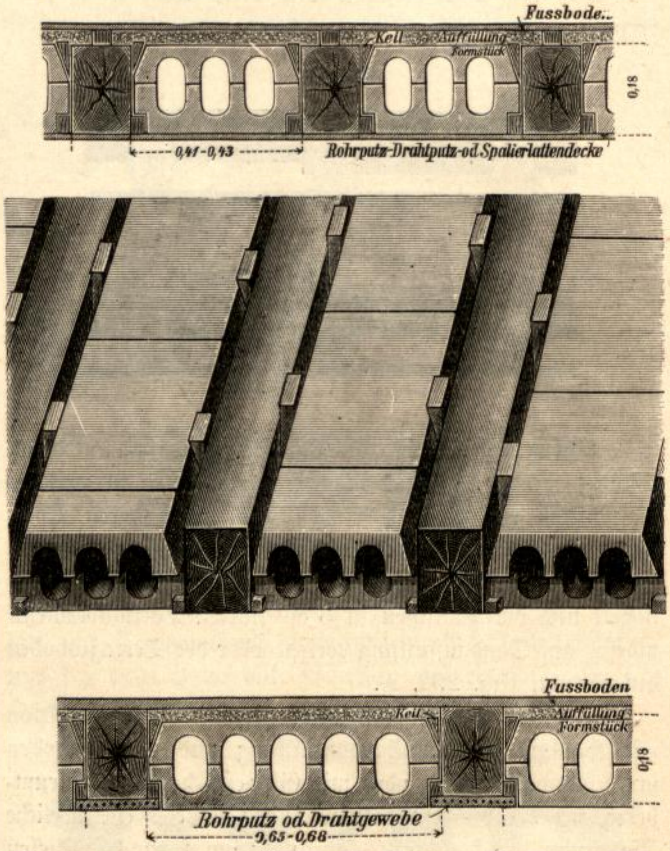


3 zu 3 cm abgestuft, 50 cm lang und 18 cm hoch gefertigt werden. Sie werden auf Latten aufgelegt, durch Holzkeile verspannt und mit Sand entsprechend überfüllt. Die Formstücke können bündig mit der Unterkante der Balken liegen, oder sie liegen entsprechend tiefer, um die Balkenuntersicht durch Gipsdielen und dergl. besonders verkleiden zu können. Fig. 296 zeigt die Konstruktion in einigen verschiedenen Ausbildungen.

Zu erwähnen sind ferner Stoltes Stegcementdielen — Quarzsand-Cementdielen von großer Festigkeit, und Bimsstein-Cementdielen, die sich sägen lassen — mit Bandeisen- oder Drahtgeflechteinlagen, die ganz in der gleichen Weise wie die Gipsdielen zur Bildung der Decken verwendet werden, vor diesen aber den Vorzug großer Tragfähigkeit und Feuer- und Wetterbeständigkeit besitzen, weshalb sie sich vornehmlich zur Anwendung bei eisernen Gebälken eignen. Bei Holzgebälk werden sie am besten auf Winkeleisen — nicht auf Holzlatten — aufgelegt; zum Schutz der Balken gegen Feuer können auf den freiliegenden Flächen derselben Cementleisten mittels eingebetteter Blechstreifen und Schrauben befestigt werden. Fig. 297.

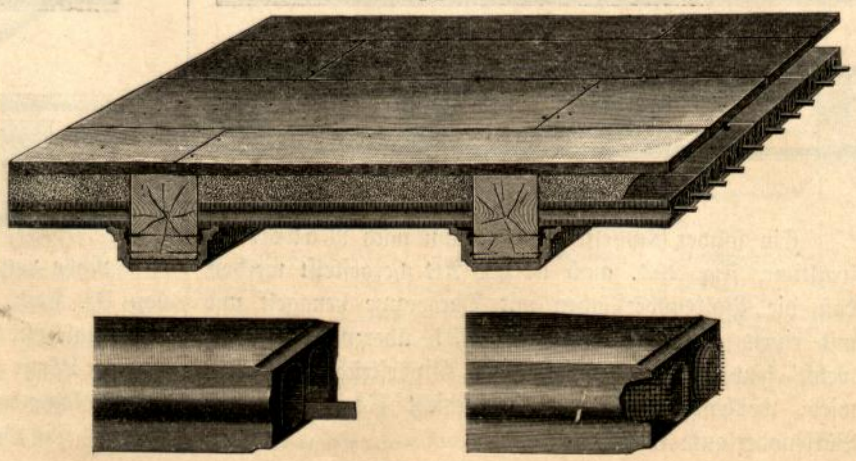
Ausfüllungen mit Beton, die bei den eisernen Gebälken sehr üblich sind, können auch bei Holzgebälken Anwendung finden, und insbesondere werden sich Schlackenbeton und Bimskiesbeton ihrer Leichtigkeit wegen für derartige Ausführungen eignen. Fig. 298 giebt eine derartige Konstruktion, wie sie bei Bohlenbalken von Furneß

Fig. 296.



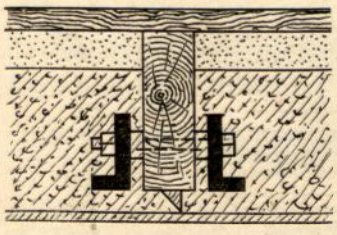
in Philadelphia ausgeführt wird. Zur Aufnahme des Betons und gleichzeitig zur Verstärkung der Bohlenbalken werden seitlich ungleichschenkelige Winkeleisen durch 8 mm starke Bolzen so befestigt, daß sie durch 10 mm dicke auf

Fig. 297.



die Bolzen gesteckte Ringe so weit von den Balken fern gehalten werden, daß noch eine Cementschicht zwischen beide eingebracht werden kann. Auf die Unterfläche der Balken sind Dreiecksleisten genagelt, an die die Einschalung zum Einstampfen des Betons angebracht wird, wodurch die

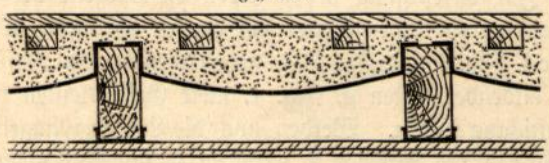
Fig. 298.



Holzbalken fast vollständig umhüllt und der Einwirkung des Feuers entzogen werden. Durch einen hölzernen Fußboden wird die Feuersicherheit der Konstruktion nur wenig beeinträchtigt, da erfahrungsgemäß die untere Deckenfläche die am meisten gefährdete ist. Diese kann auch durch feuersicheren Putz nach System Rabitz oder Monier gesichert werden.

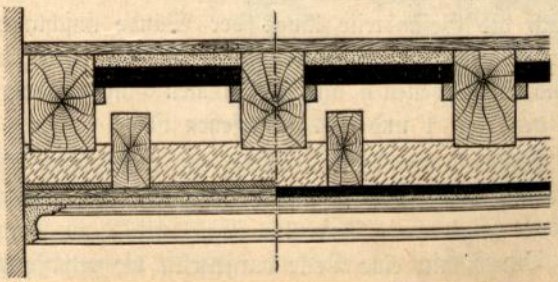
Abweichend von den vorstehend besprochenen Konstruktionen sind einige englische Anordnungen, von denen in Fig. 299 das System Edwin May dargestellt ist.

Fig. 299.



Auf die Balken sind 6 bis 8 mm starke Hängebleche genagelt, die mit Sandfüllung und Polsterhölzern den Fußboden aufnehmen. Die Untersicht kann entweder in der gewöhnlichen Weise oder auch feuersicher verputzt, mit Gipsdielen verschalt oder auch mit Blechplatten und entsprechender Überfüllung verkleidet werden.

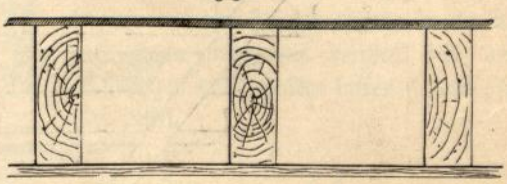
Fig. 300.



Bei Blindbalkenlagen, die zur Trennung von Fußboden und Decke angeordnet werden, wird eine Fachkonstruktion zu wählen sein, die den unteren Teil der Fache frei läßt, um hier die Blindbalken einzulegen und möglichst geringe Konstruktionshöhe zu erhalten. Fig. 300 giebt einige Anordnungen, die einer näheren Erläuterung nicht bedürfen.

Bei Gebälken mit außergewöhnlichen Belastungen in Lagerhäusern und dergl., und da, wo es sich nicht um einen dichten Abschluß zwischen beiden Geschossen handelt, fehlt

Fig. 301.



meistens die Zwischendecke gänzlich, und die Balken sind dann nur zur Bildung des Bodens mit einem starken Dielenbelage, und eventuell auf der Untersicht mit einer Bretterverschalung versehen, Fig. 301. Wenn die letztere fehlt, ist eine stellenweise Absteifung der Balken gegen Drehung empfehlenswert.

§ 5.

Ausbildung der Decken.

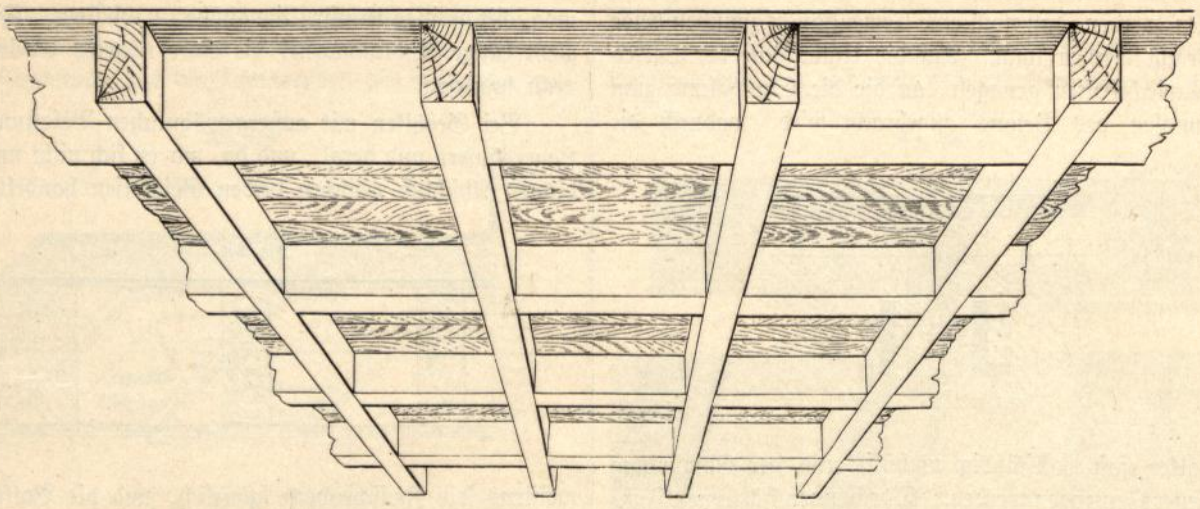
Bei der Besprechung der Konstruktion der Zwischendecken wurde bereits auf die Ausbildung der Deckenuntersichten hingewiesen, und die Fig. 257 und 273 bis 280 zeigen einige diesbezügliche Anordnungen.

Weitere Motive ergeben sich durch Anordnung von Kassetten, wie sich solche auch bei den Steinbalkendecken und den Gewölben finden, und die eine außerordentlich reiche und wirkungsvolle Durchbildung der Decken ermöglichen.

Die einfachste Kassettendecke ergiebt sich durch Auswechselung des Gebälkes, wobei die Wechsel aus vollem Holz oder nur in Kastenform aus Brettern hergestellt werden, wobei derselbe Zweck mit geringerem Materialaufwand erreicht wird.

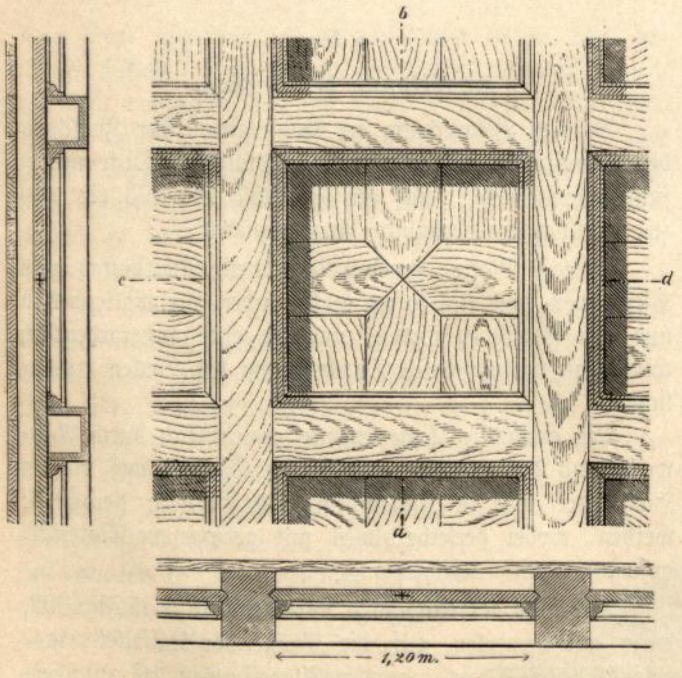
Das Bild der einfachsten Kassettendecke zeigt Fig. 302, wozu wir bemerken, daß die Größe der Kassetten, insbesondere ihre Tiefe, von den Abmessungen des zu überdeckenden Raumes abhängig ist, und sorgfältig erwogen sein will, wenn eine harmonische Wirkung erzielt werden soll. So sind beispielsweise in Fig. 303 Kassetten von geringer Tiefe angeordnet, wie sie nicht selten bei niederen Räumen ausgeführt werden, wobei die kastenartigen Wechsel auch nicht die Höhe der Balken zu haben brauchen, sondern nur bis zum Kassettengrund reichen, welcher, wie hier, aus gehobelten und gespundeten oder gefederten Dielen, oder

Fig. 302.



aus gestemmter Arbeit, Fig. 279, bestehen kann und von gegliederten Leisten umgeben wird. Dabei ist es möglich, noch einen halben Windelboden unter dem Fußboden anzuordnen.

Fig. 303.



Beispiele von nicht sehr komplizierten Kassettendecken bei gewöhnlicher Balkenlage zeigen die Tafeln 15 und 16, im Durchschnitt Fig. 1 und Grundriß Fig. 2. Die Konstruktion zerfällt in zwei Teile, und zwar in die vorbereitende Zimmerarbeit, welche zur Aufnahme und Befestigung der Schreinerarbeit dient. Erstere muß möglichst leicht und aus trockenen Hölzern hergestellt werden, welche nicht aufreißen und durch ihre Befestigung am Werfen gehindert sind, bezw. der Kassettendecke einen unwandelbaren Halt gewähren. Tafel 15 zeigt in Fig. 1 den Durchschnitt längs der Balken und Fig. 304 einen solchen quer durch dieselben. An die Balken a, welche einen halben Windelboden und einen parkettierten Fußboden zu tragen haben, ist der Kassettengrund b c direkt befestigt, und an Stellen, wo dies nicht möglich ist, sind schwache Riegel d, Fig. 304, in die Balken eingestreift.

Zur Befestigung der weiteren Bestandteile der Decke dienen die zu beiden Seiten der Balken befestigten Dielenstücke f, Fig. 1 und Fig. 304, an welchen der den Kassettensteg bildende Kasten g, Fig. 1, samt Gesimsleisten h ihre Befestigung finden. Werden noch die Leisten i angebracht, so können die Rahmen k zwischen h und i eingeschoben oder eingespannt werden. Die Buchstaben in Fig. 304 entsprechen denen in Fig. 1, Tafel 15; bei Fig. 304 ist eine andere Hilfskonstruktion erforderlich, um den Kassettensteg einstreifen und befestigen zu können. Diese besteht in einem ⌐förmigen Kasten l, welcher an den darüber befindlichen Balken a genagelt oder besser geschraubt wird. Damit dies geschehen kann, muß bei Einteilung der Balken Rücksicht auf die Deckebildung genommen werden. Um endlich die Gesimsteile längs der Wände anschlagen zu können, sind die Dielenstücke m, sowie die etwas in die Wand eingelassenen n und die Rahmen o anzuordnen, was aus den Fig. 1 und 304 zu ersehen ist.

Während die Decke, Tafel 15, eine regelmäßige Felder-einteilung von circa 1,35 m Weite über einem 6 m tiefen Zimmer zeigt, ist in Tafel 16, Fig. 1 bis 2, im Grundriß und Durchschnitt eine Decke dargestellt, die gewissermaßen in drei Teile zerlegt ist, die sich bezüglich ihrer Höhe derart abstufen, daß das Mittelfeld a, der Gesamtwirkung wegen, nur um weniges höher gelegen ist, als die es umgebende Vertäferung b; daß dagegen die Deckenfelder a und b zu-

sammen durch einen tiefer gelegenen, von architravierten Unterzügen eingefaßten Fries d umspannt sind, Fig. 306.

Das Mittelfeld a bildet eine unmittelbar unter den Balken befestigte Putzfläche für Malerei. Daran stoßen die Holzverkleidungen, welche an den Dielenstücken e und

Fig. 304.

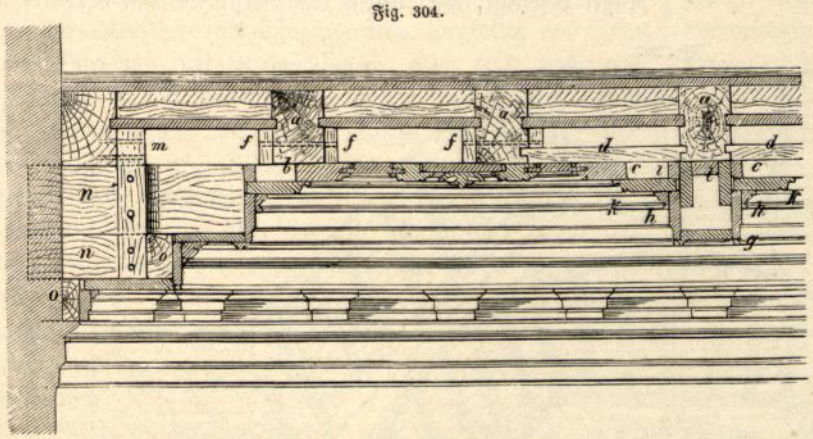


Fig. 305.

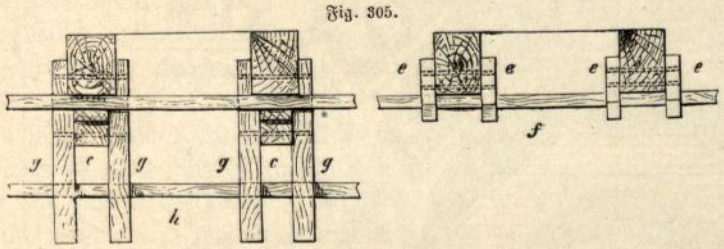
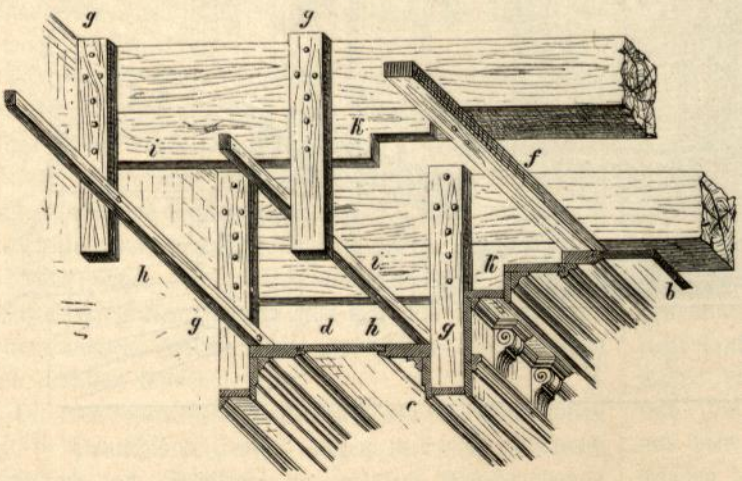


Fig. 306.



den Leisten f, Fig. 1 und 305, befestigt sind. Nach Anbringung der Dielenstücke g, welche zangenartig die bei k ausgeschnittenen Riegel i umschließen, und nachdem die Leisten h angeordnet sind, kann sämtliches Schreinwerk angeschlagen werden.

Eine perspektivische Ansicht der Hilfskonstruktion zur Befestigung des Schreinwerkes der Decke, Tafel 16, zeigt Fig. 306, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Bohlenstücke i bündig mit der Balkenseite angenommen sind, über welche verbindend die Dielen g hinweggreifen. Auf der anderen Seite der Balken können i und g ebenfalls angebracht werden, wenn weitere Befestigungspunkte erforderlich sein sollten. Im übrigen entsprechen die Buchstaben von Fig. 306 denen Tafel 16.

Schließlich geben wir in Fig. 307 noch eine gebrochene Balkendecke auf Halbkreisbogen aus der Friedenskirche in Stuttgart,[1]) die zeigen soll, wie reizvoll sich derartige Bildungen ausgestalten lassen (s. auch Fig. 276 und 280).

§ 6.

Die Roste.

Diese haben im allgemeinen den Zweck, den Druck der Fundamente entweder auf den Grund gleichmäßig zu verteilen oder denselben auf den tiefer liegenden tragfähigen Grund zu übertragen.

Wir haben es hier nur mit der Konstruktion der Roste zu thun, während die Fälle, in denen sie Anwendung finden, im vierten Teile dieses Werkes besprochen sind.

Die Rosthölzer unterscheiden sich von den eben betrachteten Balken wesentlich dadurch, daß sie nicht auf große Längen frei liegen, sondern häufig unterstützt werden, daher nicht zu den Balken gerechnet werden können, und den Namen Schwellen, Rostschwellen, führen.

Im allgemeinen besteht ein jeder Rost aus zwei Lagen von Schwellen, die sich rechtwinkelig kreuzen, miteinander verbunden sind und einen Beleg von Dielen oder Bohlen tragen. Man unterscheidet zwei verschiedene Arten von Rosten, den liegenden, auch Schwellrost genannt, und den Pfahlrost. Bei ersterem liegen die Schwellen der untersten Lage unmittelbar auf dem Baugrunde auf, während sie bei letzterem durch eingerammte Pfähle gestützt werden.

Jeder Holzrost muß so gelegt werden, daß seine Oberfläche noch immer etwas, und mindestens 0,30 m, unter dem niedrigsten Stande des Grundwassers bleibt.

Der liegende Rost hat den Zweck, die von ihm zu tragende Last über den ganzen Raum, den er bedeckt, gleich-

1) Deutsche Bauzeitung 1893.

mäßig zu verteilen, so daß er ein tieferes Einsinken in eine nachgebende Unterlage nicht verhindert, dieses aber gleichmäßig stattfinden läßt. Hiernach muß er in sich fest verbunden, und die einzelnen Hölzer müssen so stark sein, daß sie sich unter der ihnen aufgebürdeten Last nicht biegen.

wenn sie nicht quadratisch sind, hochkantig wie die Balken. Ihre Entfernung voneinander muß so abgemessen werden, daß die über diese Langschwellen gelegten, 9 bis 15 cm starken Dielen sich unter ihrer Belastung nicht biegen. Diese Dielen werden auf den Schwellen nur durch hölzerne Nägel befestigt, weil allein ein Verschieben zu verhindern

Fig. 307.

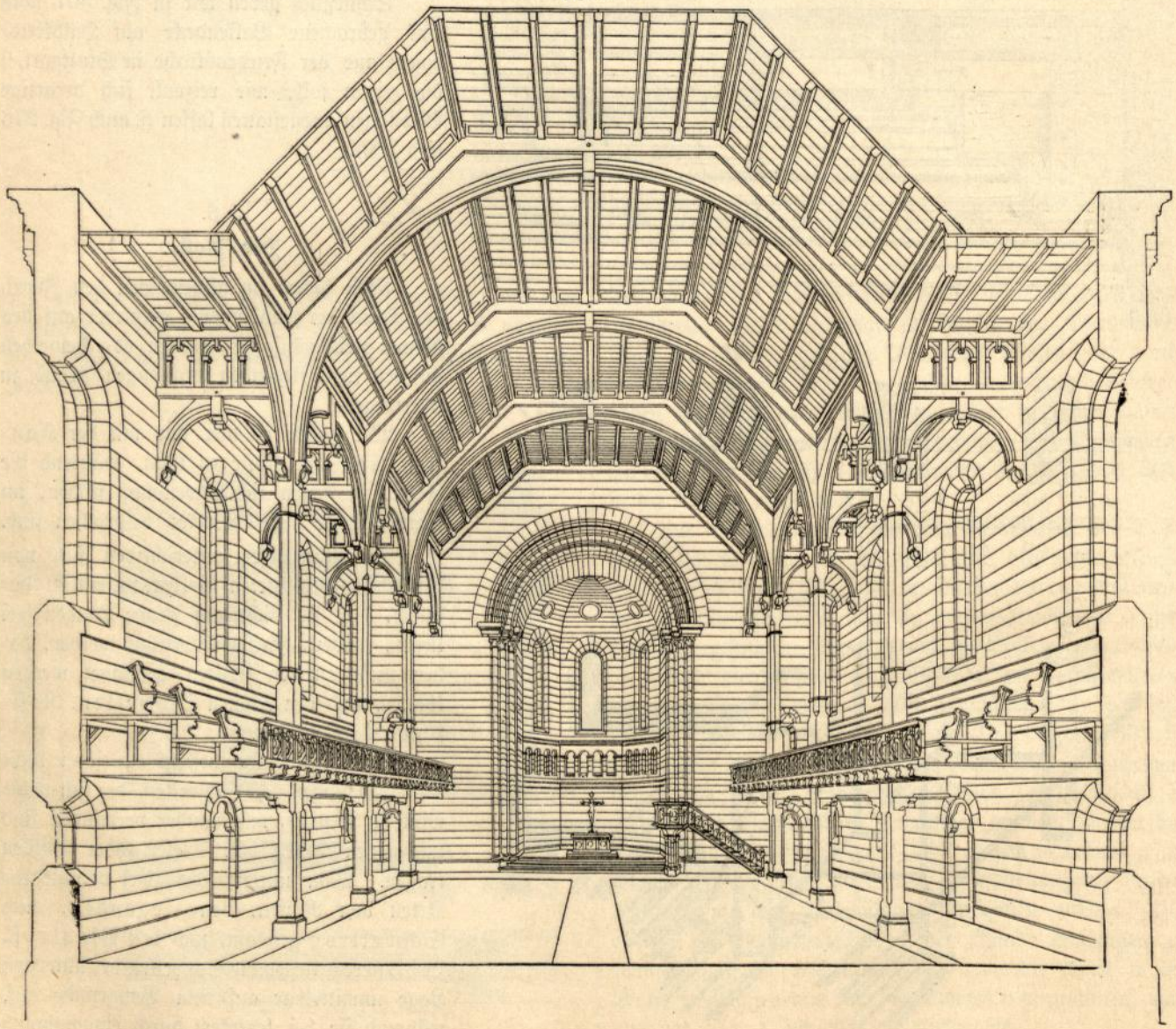


Fig. 1, Tafel 17, zeigt einen solchen Rost, und zwar in A den Grundriß, in C einen Querdurchschnitt und in B die vordere Ansicht. Die Hauptverbandstücke desselben sind die Langschwellen bb; sie müssen in den Stößen besonders gut verbunden, hier immer durch eine Querschwelle unterstützt und die Stöße selbst so angeordnet sein, daß sie Verband untereinander halten. Man giebt diesen Schwellen eine Stärke von 21 bis 23 cm, legt sie aber,

und ein Abheben nicht zu befürchten ist. Um die Langschwellen in ihrer parallelen Lage zu erhalten, liegen unter denselben die sogenannten Querschwellen cc in Entfernungen von 1,20 bis 1,50 cm. Sie haben dieselbe Stärke wie die Langschwellen und erhalten da, wo sie sich mit diesen kreuzen, 6 bis 9 cm tiefe Einschnitte, während die Langschwellen nicht eingeschnitten werden.

Bei der Anfertigung eines liegenden Rostes werden zuerst die Querschwellen, in den vorgeschriebenen Entfernungen, genau nach der Schnur und Bleiwage auf den Grund der Baugrube gestreckt und die Langschwellen darauf gebracht. Bevor nun aber der Dielenbeleg aufgelegt wird, wird der Raum unter denselben und zwischen den Schwellen, bis zur Oberfläche der Langschwellen, sorgfältig mit Lehm oder Bauschutt fest ausgeschlagen, oder auch wohl ausgemauert, so daß nirgends ein hohler Raum bleibt. Diese Ausfüllung bringt man auch noch zur Seite des Rostes in der Baugrube an, so daß sie bis unter die Belegsdielen reicht. Den Lehm kann man feststampfen, Sand und Bauschutt befestigt man aber dadurch am sichersten, daß man diese Materialien von oben nach unten vom Wasser durchziehen läßt. Es ist deshalb sehr wünschenswert, während dieser Operation den Stand des Grundwassers in der Baugrube niedriger als die Unterfläche der Querschwellen zu halten.

Bildet die Mauer, welche auf dem Roste gegründet werden soll, eine Ecke, so muß der Rost dieser Gestalt folgen. Man kommt hier am leichtesten zum Ziele, wenn man die Langschwellen der einen Seite über diese hinausreichen und als Unterlager oder Querschwellen für die andere Seite dienen läßt. Hierbei kommt natürlich der Dielenbeleg für die beiden Mauern nicht in eine Horizontalebene zu liegen, allein dies schadet der Festigkeit und Solidität des Rostes gar nicht, wenn man nur dafür sorgt, daß auch der höher gelegene Rost noch unter dem niedrigsten Stande des Grundwassers bleibt und die Oberflächen des Rostes für sich wagrecht liegen.

Ist die Ecke nicht rechtwinkelig, so ändert dies in der Konstruktion nichts, als daß man, nach Fig. 2, Tafel 17, zunächst an der Ecke die Unterlagen oder Querschwellen auch schief legt, dann aber bald wieder in die zu den Langschwellen senkrechte Lage übergeht. Die Dielen des Beleges müssen alle über sämtliche Langschwellen hinwegreichen, und dürfen daher an der Ecke nicht etwa zu dreieckigen Stückchen zerschnitten, sondern nur an einer Seite schmäler gehalten werden, bis sie nach und nach wieder parallele Seiten erhalten können.

Die eben beschriebene Konstruktion des liegenden Rostes ist die in Deutschland ziemlich allgemein übliche, während in England und Frankreich in manchen Stücken davon abgewichen wird. Namentlich pflegen die Franzosen alle Hölzer zu überblatten, d. h. bündig zu überschneiden, was übrigens, wenn man nicht durch besondere Umstände dazu gezwungen wird, keine Vorteile gewähren dürfte.

Der Pfahlrost unterscheidet sich schon wesentlich durch seine Bestimmung von dem liegenden; denn während dieser nur ein ungleichförmiges Setzen des darauf fundierten Gebäudes verhüten soll, bezweckt man bei Anordnung eines Pfahlrostes das Setzen ganz zu verhindern. Der Pfahlrost hat zunächst die Bestimmung, das Gewicht des auf ihm gegründeten Bauwerkes auf den tiefer liegenden, festen Baugrund zu übertragen und ist daher eigentlich nur in den Fällen anwendbar, in welchen eine weiche, nachgebende Bodenschicht den guten festen Baugrund bedeckt und durch erstere hindurchgerammte Pfähle den letzteren erreichen.

Im allgemeinen kann man seine Konstruktion beschreiben, wenn man sagt, es sei ein Schwellrost, der nicht unmittelbar auf der Sohle der Baugrube, sondern auf den Köpfen eingerammter Pfähle ruhe. Die wichtigste Arbeit bei der Konstruktion solcher Roste ist daher auch das Einrammen der Pfähle, welches im vierten Bande dieses Handbuches beschrieben ist.

Die einzurammenden Pfähle werden gewöhnlich nicht beschlagen, sondern nur von der Rinde befreit und am unteren Ende pyramidal zugespitzt. Hierbei ist zu bemerken, daß die Spitze selbst nicht zu schwach auslaufen und auch der Kantenwinkel der Pyramide nicht zu spitz werden darf, damit ein Aussplittern vermieden wird. Man giebt daher dieser Spitze die Gestalt einer vierseitigen Pyramide, deren Höhe gleich dem 1-, $1\frac{1}{2}$- bis 2fachen des Pfahldurchmessers ist, wie Fig. 4, Tafel 17, eine solche zeigt, wobei noch zu bemerken ist, daß die äußerste Spitze wieder eine kleine, stumpfere Pyramide sein muß. Dreiseitige Pyramiden geben zu spitze Kantenwinkel, doch werden sie, um das Drehen der Pfähle beim Einrammen mehr zu verhüten, häufig vorgeschlagen.

Um die Pfahlspitzen beim Eindringen in festen Boden gegen Beschädigungen zu schützen, hat man an manchen Orten die Gewohnheit, sie vor dem Einrammen zu brennen. Dieses Hilfsmittel dürfte sich indessen ziemlich unwirksam zeigen, denn wenn dadurch auch das Aufsplittern etwas verhindert wird, so wird dafür das Ausbrechen einzelner Holzstückchen nur um so wahrscheinlicher. Es ist deshalb vorzuziehen, die Pfahlspitzen in solchen Fällen mit sogenannten Pfahlschuhen zu versehen. Ein solcher besteht nach Fig. 3 aus einer eisernen Pyramide, die die Spitze bildet, und an welche vier Federn angeschmiedet sind, die auf den Seitenflächen der Pfahlspitze aufliegen und hier durch eiserne Nägel befestigt werden. Das Aufbringen der Pfahlschuhe erfordert Sorgfalt, weil nicht nur die Spitze genau in die Achse des Pfahles fallen, sondern auch die Verbindung des Schuhes mit dem Holze eine möglichst feste sein muß. Die Spitze des Pfahles darf, wenn derselbe mit einem Schuh versehen werden soll, nicht mehr zugeschärft, sondern muß senkrecht auf die Achse abgeschnitten werden, so daß eine quadratische Grundfläche entsteht. Eine gleich große Fläche muß der Pfahlschuh im Inneren zwischen den vier Federn zeigen.

Die Pfähle werden in Reihen eingeschlagen, und zwar decken sich entweder die Pfähle der verschiedenen Reihen, wie in Fig. 5, oder sie stehen schachbrettartig nach Fig. 6. Diese letztere Stellung erleichtert das Einrammen insofern etwas, als der zwischen den Pfählen befindliche Boden gleichmäßiger zusammengepreßt wird, als bei der Stellung in sich deckenden Reihen.

Die Entfernung der Pfahlreihen voneinander beträgt je nach der zu tragenden Last 0,9 bis 1,50 m, die der Pfähle in den Reihen gewöhnlich aber etwas mehr. Die Stärke der Pfähle beträgt 24 bis 36 cm, und zwar soll man nach Perronet's Regel 24 bis 27 cm starke Pfähle bis zu 25000 kg, 36 cm starke höchstens mit 50000 kg belasten.

Sind die Pfähle eingerammt, so müssen sie so abgeschnitten werden, daß ihre Köpfe alle in einer Horizontalebene liegen, und zwar so tief unter dem tiefsten Stande des Grundwassers, daß der aufgezapfte Rost mit seiner Oberfläche ebenfalls noch darunter bleibt. Die Horizontalebene stellt man am leichtesten dadurch her, daß man das Grundwasser in der Baugrube eine Zeit lang in Ruhe läßt und dann den Stand des zur Ruhe gekommenen Wasserspiegels an den Pfählen bezeichnet.

Die Pfähle erhalten Zapfen, um das Verschieben der Rostbalken zu verhindern, was in vielen Fällen von großer Wichtigkeit sein kann. Die Zapfen erhalten eine Breite von 6 bis 9 cm, eine Länge von 18 cm und eine Höhe von 9 bis 12 cm. Diejenigen Pfähle, auf welchen die Rostbalken gestoßen werden, erhalten möglichst lange Zapfen, damit die Enden der Rostbalken gegen das Ausweichen geschützt sind.

Die Rostbalken erhalten nur Zapfenlöcher und die Zapfen werden nicht verbohrt, weil an ein Abheben der Rostbalken nicht zu denken ist. Um die Rostbalken nicht zu schwächen, werden sie nur stumpf gestoßen, und mit eisernen Klammern verbunden, oder man legt eiserne Schienen an die Seiten der Rostbalken, die man mit eisernen Nägeln befestigt.

Die auf die Pfähle gezapften Rostbalken erhalten demnächst ihre Verbindung untereinander und eine Sicherung ihrer parallelen Lage durch eine zweite Reihe von Verbandstücken, welche sie rechtwinkelig kreuzen; dies sind die sogenannten Zangen, auch Querschwellen genannt. Da ein Verschieben dieser, nach der Länge der Rostbalken, nicht wohl denkbar ist, so erhalten letztere gar keine Einschnitte, sondern nur die Zangen.

Eine sorgfältige Ausfüllung und in wichtigen Fällen eine Ausmauerung in den Rostfeldern ist, wie bei dem liegenden Roste, auch hier ein Haupterfordernis. Gewöhnlich hebt man, nachdem die Pfähle eingerammt sind, den Grund noch 0,60 bis 0,90 m tiefer aus, stampft dann diesen Raum mit einem Lehmschlage aus und führt hierauf die Ausmauerung auf, die bis zur Oberfläche der Rostbalken sich erstrecken muß.

Wendet man so starke Belegsdielen an, daß diese allein im stande sind, die ihnen aufgelegte Last zu tragen, so kann man die Zangen so weit einschneiden, daß sie mit ihrer Oberfläche in der Ebene der Dielen liegen, sonst läßt man auch wohl die Zangen vorstehen. Die Dielen werden, wie beim liegenden Roste, mit hölzernen Nägeln festgenagelt.

Einen nach vorstehender Beschreibung konstruierten Rost zeigt Fig. 5, Tafel 17, bei A in der Horizontalprojektion, bei B in der Ansicht von der Seite und in C und D in zwei Querschnitten, von denen der erste durch eine Zange, der zweite durch eine Diele gelegt ist.

In Fig. 6 stehen die Pfähle schachbrettförmig, welche Stellung, wie schon bemerkt, das Einrammen derselben etwas erleichtert. Fig. 6 A zeigt den Grundriß und B die Seitenansicht. Hierbei können natürlich nicht alle Zangen gerade über die Pfähle treffen, welche Anordnung bei sich deckenden Pfahlreihen gewöhnlich getroffen wird. Dies schadet indessen der Festigkeit des Rostes keineswegs. In unserer letzten Figur sind ferner die Zangen mit den Rostbalken förmlich verkämmt und ragen über die Dielen hervor.

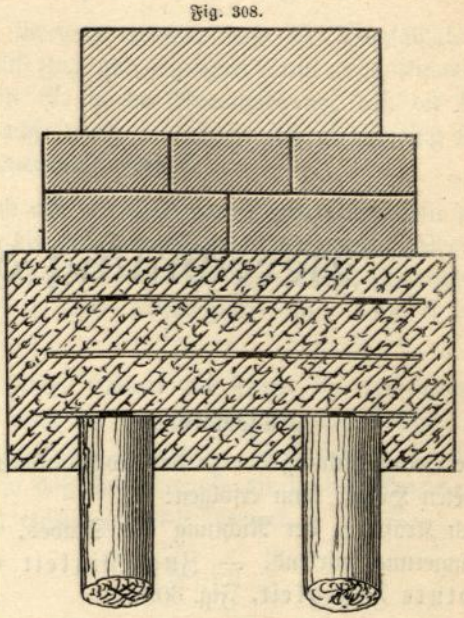
Bei einer Veränderung in der Richtung des Rostes läßt man diejenigen Verbandstücke desselben, welche für die eine Seite die Rostbalken bildeten, für die andere als Zange dienen, so daß der Dielenbeleg, wie bei dem liegenden Roste, Fig. 2, in verschiedenen, aber für sich wagrechten Ebenen liegt.

Bei dem Pfahlroste wird häufig eine Spundwand angeordnet. Der Zweck derselben ist eine Verminderung des Wasserzudranges während des Baues und ein Zusammenhalten des Erdkörpers, welchen der Rost bedeckt. Da aber hier ein tieferes Einsinken des Rostes durchaus nicht in der Voraussetzung liegt und auch nicht stattfinden darf, so ist eine innige Verbindung der Spundwand mit dem Roste auch nicht mehr nachteilig, und man erreicht nun den Vorteil, auch unter dem Roste Spundwände anbringen zu können, was in vielen Fällen von großem Nutzen sein kann. Soll die Spundwand indessen den Rost nur umgeben, so erhält sie ihren passendsten Platz außerhalb der vorderen Pfahlreihe, weil sie so sämtliche Pfähle des Rostes gegen das Ausdrängen schützen kann. Ja man thut oft gut, die Spundwand nicht zu nahe an die vordere Pfahlreihe zu setzen, weil sie dann das Eindringen der Rostpfähle nicht so hindert; denn jedenfalls muß die Spundwand zuerst eingeschlagen werden, weil ihre an sich schon schwierige Darstellung noch viel beschwerlicher werden würde, wenn der Boden durch die Rostpfähle schon zusammengepreßt wäre.

Die Fig. 7 und 8, Tafel 17, zeigen zwei verschiedene Arten der Verbindung der Spundwand mit dem Roste. Bei der ersten, Fig. 7, ist die Spundwand über den Rost hinausgeführt und statt des Holmes mit einem Paar zangenartiger Hölzer versehen, von denen das eine die Fuge zwischen der Spundwand und dem Dielenbeleg des Rostes deckt. Bei der zweiten, in Fig. 8 dargestellten Anordnung ist angenommen, daß die Spundwand nicht über den Dielenbeleg hinausragen darf, und es ist der Holm derselben, den man bei starken Spundpfählen überhaupt nicht wohl entbehren kann, mit dem vordersten Rostbalken zusammengebolzt. Die Zangen des Rostes sind nur auf den Holm schwalbenschwanzförmig aufgekämmt und reichen, wie die Belegsdielen, bis zur Vorderfläche desselben.

In neuerer Zeit wird an Stelle des auf dem Pfahlrost liegenden Schwellrostes häufig eine entsprechend starke und sorgfältig eingestampfte Cementbetonschicht auf die Pfähle aufgebracht, wobei die Köpfe der Pfähle etwa 10 bis 15 cm tief in dieselbe eingebettet werden, Fig. 308. Eine solche, bei der üblichen Entfernung der Pfähle etwa 60 cm starke Betonschicht überträgt die Lasten in vortrefflicher Weise auf die Pfähle, ist rasch und billig auszuführen, und der vorbezeichneten Konstruktion mit dem Schwellrost wohl in den meisten Fällen vorzuziehen. Bei besonders lockerem Boden können die Köpfe der Pfähle vor dem Aufbringen des Betons durch starkes Bandeisen nach der Quere und Länge (am besten kreuzweise) miteinander verbunden und außerdem in die Betonschicht Reifeisen eingelegt werden, wodurch die Betonplatte wesentlich verstärkt wird. Spundwände werden bei dieser Konstruktion wohl selten erforderlich werden.

Fig. 308.



Sechstes Kapitel.

Berechnung der Holzkonstruktionen.

§ 1.

Allgemeines.

Die Beanspruchung der zu den Hochbaukonstruktionen verwendeten Hölzer kann erfolgen:

1) Durch Kräfte in der Richtung des Stabes, auf Verlängerung wirkend, — Zugfestigkeit oder absolute Festigkeit, Fig. 309;

Fig. 309.

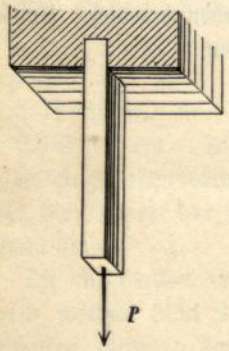


Fig. 310.

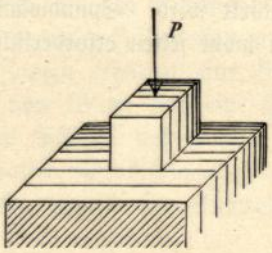


Fig. 311.

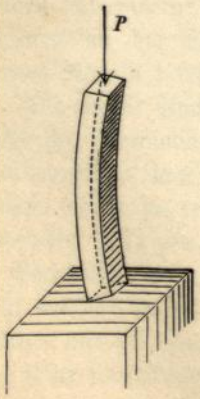


Fig. 312.

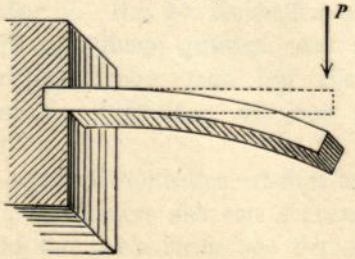
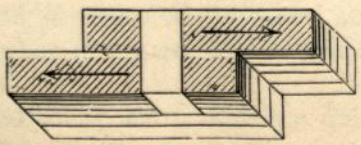


Fig. 313.



2) durch Kräfte in der Richtung des Stabes, auf Verkürzung wirkend, — rückwirkende Festigkeit, wobei jedoch zu unterscheiden:

   a) Der Stab besitzt eine geringe Längenausdehnung, so daß derselbe durch die einwirkenden Kräfte zerdrückt wird, — Druckfestigkeit, Fig. 310;

   b) der Stab besitzt im Verhältnis zu seinem Querschnitt eine bedeutende Längenausdehnung, so daß erst ein Biegen und dann ein Zerknicken stattfindet, — Zerknickungs- oder Strebefestigkeit, Fig. 311;

3) durch Kräfte, welche senkrecht zur Stabachse gerichtet sind, — Biegungs- oder relative Festigkeit, Fig. 312;

4) durch Kräfte, welche den Stab zu trennen suchen, auf Abscherung wirkend, — Scherfestigkeit, Fig. 313.

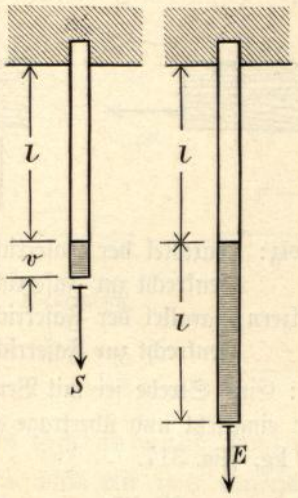
Je nach der Art der Einwirkung dieser Kräfte erleiden die Körper irgend eine Formänderung; sie werden entweder gestreckt, oder zusammengedrückt, oder gebogen u. s. w. Die Formänderungen sind innerhalb gewisser Grenzen jedoch keine bleibenden, da jedes Material in größerem oder geringerem Grade die Fähigkeit besitzt, wenigstens annähernd die ursprüngliche Form wieder anzunehmen, sobald die Einwirkung der äußeren Kräfte aufhört. Diese Eigenschaft wird als Elastizität der Körper bezeichnet. Überschreitet die Formänderung jedoch eine gewisse Grenze, die sogenannte Elastizitätsgrenze, so wird sie eine bleibende, und der Körper nimmt seine ursprüngliche Gestalt nicht mehr an, woraus sich von selbst ergiebt, daß Konstruktionsteile niemals einer Beanspruchung bis zur Elastizitätsgrenze ausgesetzt werden dürfen.

Die Elastizitätsgrenze können wir auch bezeichnen als diejenige Beanspruchung, unter welcher die Formänderungen proportional den einwirkenden Kräften sind, während darüber hinaus die Formänderungen viel schneller wachsen.

Unter Elastizitäts-Modul verstehen wir eine Kraft, die im stande wäre, einen Stab von 1 qcm Querschnitt um seine eigene Länge auszudehnen, derart, daß diese Formänderung innerhalb der Elastizitätsgrenze liege, mithin proportional der einwirkenden Kraft sei.

Die Bestimmung des Elastizitäts-Moduls, der bei verschiedenen Berechnungen erforderlich ist, erfolgt für die verschiedenen Materialien durch Versuche in folgender Weise, Fig. 314:

Fig. 314.



Ein Stab von 1 qcm Querschnitt und der Länge l cm erfahre innerhalb der Elastizitätsgrenze durch die Kraft S kg eine Verlängerung = v cm; eine Kraft = dem Elastizitäts-Modul E kg soll dann, ebenfalls innerhalb der Elastizitätsgrenze den Stab um seine eigene Länge l cm verlängern. Innerhalb der Elastizitätsgrenze sind aber die Längenänderungen proportional den einwirkenden Kräften, mithin muß sein:

$$E : S = l : v$$

$$\text{somit} \qquad E = \frac{S \cdot l}{v} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Beispiel: Ein gußeiserner Stab von 1 qcm Querschnitt und 75 cm Länge werde mit 200 kg belastet und erfahre eine Ausdehnung von 0,015 cm; hiernach berechnet sich der Elastizitäts-Modul für Gußeisen nach Formel (1)

$$E = \frac{200 \cdot 75}{0{,}015} = 1\,000\,000 \text{ kg}.$$

Der Elastizitäts-Modul beträgt:

für	Eichenholz	115 000 kg
„	Kiefernholz	120 000 „
„	Fichtenholz	115 000 „
„	Tannenholz	120 000 „

§ 2.

Zug- und Druckfestigkeit (Normalfestigkeit).

Die Versuche zeigen, daß die Tragfähigkeit eines Stabes auf Zug und einfachen Druck proportional seinem Querschnitt ist, in der Voraussetzung, daß die Kraft in der Stabachse wirkt, so daß sie sich gleichmäßig über den ganzen Querschnitt verteilt.

Wenn also ein Stab von 1 qcm Querschnitt eine Last von B kg bis zum Bruche zu tragen vermag (B = Bruchfestigkeit), so muß ein Stab von 2 qcm Querschnitt 2 B, und von q qcm Querschnitt eine Last $N = q \cdot B$ tragen.

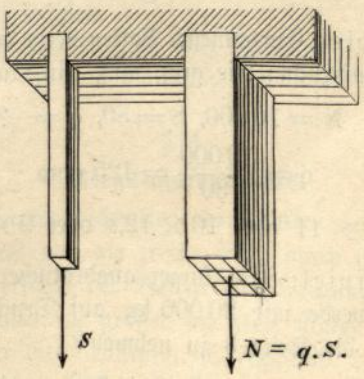
Die Stäbe können aber nicht bis zur Bruchgrenze, und auch nicht bis zur Elastizitätsgrenze belastet werden; vielmehr müssen Sicherheits-Koeffizienten n eingeführt werden, so daß sich hiernach die in der Praxis zulässige Belastung ergiebt aus der Formel

$$N = q \cdot \frac{B}{n}.$$

$\frac{B}{n}$ nennt man die zulässige Beanspruchung pro Quadratcentimeter, die im folgenden mit S bezeichnet werden soll. Es ist demnach, Fig. 315,

$$N = q \cdot S \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Fig. 315.



Diese für die Praxis zulässige Beanspruchung ist durch Versuche zu ermitteln, und wird hierfür durchschnittlich $\frac{1}{8} - \frac{1}{10}$ (d. i. n = 8—10) der Bruchfestigkeit in Rechnung gestellt.

In der folgenden Tabelle sind für die gebräuchlichen Holzsorten die zulässigen Beanspruchungen S in Mittelwerten in Kilogramm pro Quadratcentimeter (‖ parallel der Faser) angegeben.

Material	Zulässige Beanspruchung S	
	Zug	Druck
Eichenholz	90	70
Kiefernholz	80	60
Fichtenholz	80	60
Tannenholz	80	60

Diese Werte gelten vornehmlich für die Berechnung der Balkenlagen und der Pfosten. Bei den Dachstuhlkonstruktionen, die keinen Erschütterungen unterworfen sind, und bei denen die nur sehr selten auftretenden Wind- und Schneebelastungen bei der Berechnung berücksichtigt werden müssen, kann die Beanspruchung etwas höher angenommen werden, und zwar zu 70 kg/qcm für Biegung und Druck, welcher Wert dann der Einfachheit halber auch für die Zughölzer beibehalten wird (siehe hierüber Kap. VII).

Bei provisorischen Bauten können die Beanspruchungen größer genommen werden, und zwar:

Bei Eichenholz auf Zug 160,
„ Druck 130.
Bei Nadelholz auf Zug 160,
„ Druck 110.

Ist die Belastung N gegeben, wie dies in der Regel der Fall ist, so ergiebt sich der erforderliche Querschnitt

$$q = \frac{N}{S} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

1. Beispiel: Ein tannener Balken werde durch 10000 kg auf Zug beansprucht; wie groß muß sein Querschnitt sein?

Es ist: $N = 10000$, $S = 80$, $q = ?$

$$q = \frac{10000}{80} = 125 \text{ qcm}$$

d. i. 11×11 oder $10 \times 12{,}5$ oder 9×14 cm.

2. Beispiel: Ein kurzer quadratischer Pfosten aus Eichenholz werde mit 20000 kg auf Druck beansprucht; wie groß ist die Seite b zu nehmen?

Es ist: $P = 20000$, $S = 70$, $q = b^2$

$$b = \sqrt{\frac{20000}{70}} = 17 \text{ cm}.$$

§ 3.

Scher- oder Schubfestigkeit.

Die Scher- oder Schubfestigkeit ist, wie die Zug- und einfache Druckfestigkeit proportional dem beanspruchten Querschnitt, so daß, da ebenfalls mit entsprechender Sicherheit gerechnet werden muß, die vorstehend entwickelten Formeln

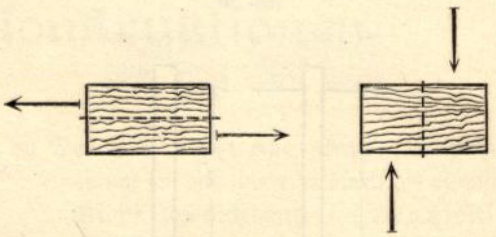
(2) $$N = q\,S$$

und (3) $$q = \frac{N}{S}$$

Giltigkeit behalten.

Die zulässige Beanspruchung S auf Abscherung bei den Hölzern ist verhältnismäßig gering und kann angenommen werden pro Quadratcentimeter, Fig. 316:

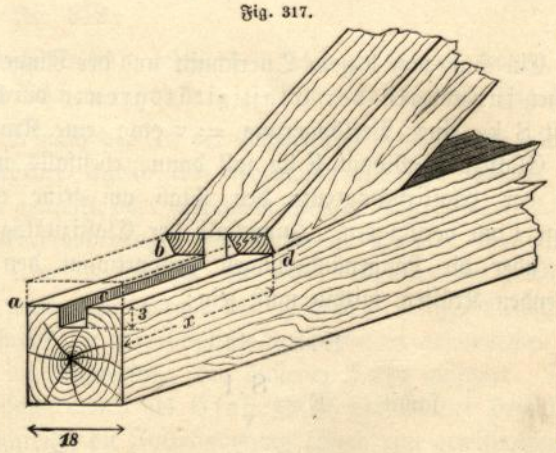
Fig. 316.



Bei Eichenholz: parallel der Faserrichtung 8 kg
senkrecht zur Faserrichtung 12 „
Bei Nadelhölzern: parallel der Faserrichtung 5 „
senkrecht zur Faserrichtung 12 „

Beispiel: Eine Strebe sei mit Versatzung in einen tannenen Balken eingesetzt und übertrage einen Horizontalschub von 6000 kg, Fig. 317.

Fig. 317.



Die Breite der Hölzer betrage 18 cm. Wie weit ist die Versatzung vom Ende des Balkens anzuordnen?

Die Strebe sucht mit 6000 kg den vor der Versatzung liegenden Teil a b c d des Balkens „abzuschieben". Die entstehende Trennungsfläche wird, wenn $cd = x$,

$$18\,x + 2 \,.\, 3\,x = 24\,x,$$

und ist somit (Formel 3):

$$N = 6000,\ S = 5,\ q = 24\,x$$

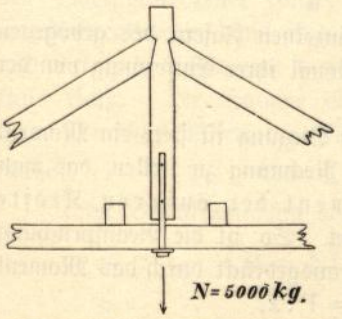
$$24\,x = \frac{6000}{5},$$

$$x = \ . \ . \ 50 \text{ cm}.$$

Für Schmiedeeisen (Bolzen und dergl.) ist S = 600 kg anzunehmen.

Beispiel: Eine Hängesäule aus Tannenholz werde nach Fig. 318 u. 319 durch Flacheisenbänder und Bolzen mit dem Tramen verbunden; die Verbindung ist in allen Teilen zu berechnen, unter Annahme einer Zugspannung N = 5000 kg, Fig. 318.

Fig. 318.



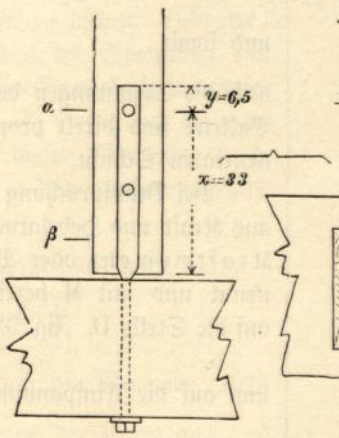
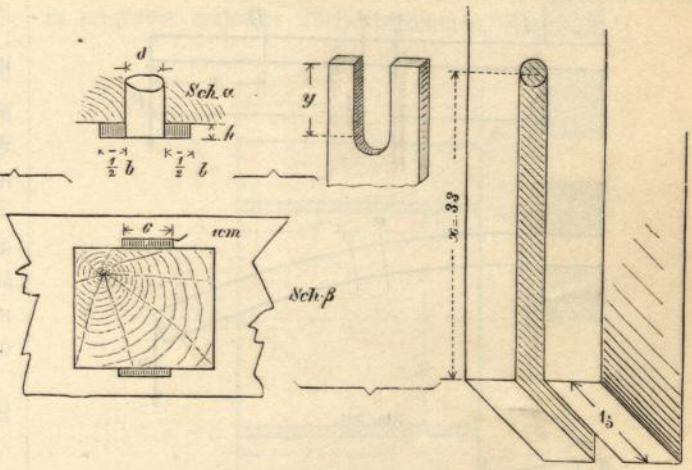


Fig. 319.



I. Stärke des Schraubenbolzens (Scherfestigkeit).

Der Bolzen wird mit zwei Querschnitten auf Abscherung beansprucht; ist der Durchmesser = d, dann wird (Formel 3):

$$N = 5000,\ S = 600,\ q = 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 2 \cdot \frac{3{,}14\, d^2}{4}.$$

$$2 \cdot \frac{3{,}14\, d^2}{4} = \frac{5000}{600}.$$

$$d = 2{,}3 \text{ cm}.$$

II. Stärke der Eisenbänder (Zugfestigkeit).

Die Abmessungen an der durch das Bolzenloch geschwächten Stelle seien b und h; dann ist (Formel 1)

$$N = 5000,\ S = 750,\ q = 2\,bh$$

$$2\,bh = \frac{5000}{750}.$$

Nimmt man $h = 1$ cm, dann wird

$$b = 3{,}3 \text{ cm}.$$

Die ganze Breite B wird

$$B = b + d = 3{,}3 + 2{,}3 = 5{,}6 \text{ cm}$$

d. i. ~ 6 cm.

III. Entfernung x des Bolzens vom Ende der Hängesäule (Scherfestigkeit).

Der Bolzen sucht das zwischen ihm und dem Hängesäulenende stehende Holz auszuscheren; es ist (Formel 3):

$$N = 5000,\ S = 5,\ q = 2 \cdot 15\, x$$

$$2 \cdot 15\, x = \frac{5000}{5}$$

$$x = 33 \text{ cm}.$$

IV. Entfernung y des Bolzens vom Ende des Eisenbandes (Scherfestigkeit).

Hier entstehen vier Abscherungsflächen, und es ist (Formel 3):

$$N = 5000,\ S = 600,\ q = 4 \cdot 1 \cdot y$$

$$4\,y = \frac{5000}{600}$$

und $$y = 2{,}1 \text{ cm}.$$

Diese Entfernung ist für die Ausführung zu klein, und es ist zu wählen

$$y \text{ min} = 2{,}5\, d \text{ oder besser} = 3\, d$$

mithin $$y = 3 \cdot 2{,}3 \text{ cm} = \sim 7 \text{ cm}.$$

§ 4.

Biegungsfestigkeit.

Wird ein wagrecht liegender Balken an einem Ende fest eingespannt und am freien Ende durch ein Gewicht P belastet, so erfährt der Balken eine Biegung, die um so größer sein wird, je größer die freie Länge des Balkens und je größer die Belastung ist, Fig. 320.

Infolge der Biegung erfahren die einzelnen Fasern des Balkens eine Längenänderung, derart, daß die oberhalb liegenden Fasern gezogen, „verlängert", die unten liegenden zusammengedrückt, „verkürzt" werden. Der Übergang aus der Zugspannung in die Druckspannung muß durch Null gehen, d. h. es muß eine mittlere Faserschicht vorhanden sein, die weder gezogen noch gedrückt, sondern nur gebogen wird, und welche die neutrale Faserschicht heißt. Der Schnitt 00 der neutralen Faserschicht mit jedem Querschnitt des Balkens heißt die neutrale Achse des Querschnittes.

Zwei sehr nahe bei einander liegende parallele und normal zur Balkenachse stehende Ebenen α und β werden sich nach eingetretener Biegung schneiden, Fig. 320, und die Verlängerungen und Verkürzungen der Fasern werden sich ergeben aus den Abschnitten zwischen den Linien β und β', wenn $\beta' \parallel \alpha$ durch D gezogen wird, da vor der Biegung die sämtlichen Fasern die Länge C D hatten, Fig. 321.

Fig. 320.

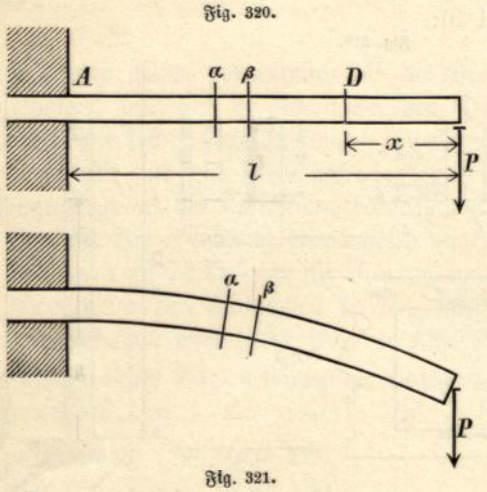


Fig. 321.

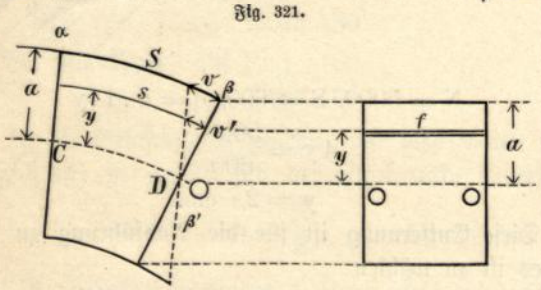
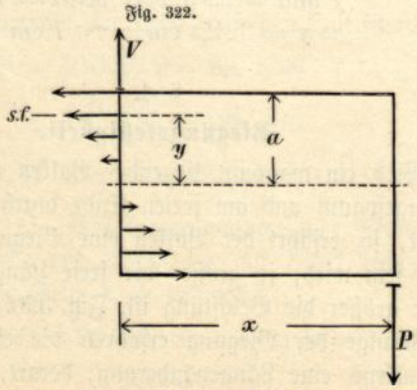


Fig. 322.



Die Verlängerung der äußersten Faser ist somit = v, diejenige der Faser in der Entfernung y = v', und es ist

$$\frac{a}{y} = \frac{v}{v'} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

d. h. die Verlängerungen, bezw. die Verkürzungen sind proportional der Entfernung von der neutralen Faser.

Die in den einzelnen Fasern auftretenden Zug- und Druckspannungen dürfen das zulässige Maß nicht überschreiten, so daß also in den am meisten beanspruchten äußersten Fasern höchstens die zulässige Beanspruchung S auftreten darf. Bezeichnet man die Beanspruchung pro Quadratcentimeter in der Entfernung y von der neutralen Schicht mit s, so ist, da sich die Längenänderungen innerhalb der Elastizitätsgrenze wie die Spannungen verhalten (s. Seite 99)

$$\frac{v}{v'} = \frac{S}{s}$$

und daher mit Berücksichtigung von Formel (4) auch

$$\frac{S}{s} = \frac{a}{y}$$

und somit

$$s = \frac{S}{a} \cdot y \quad \ldots \ldots \quad (5)$$

d. h. die Spannungen der einzelnen Fasern des gebogenen Balkens sind direkt proportional ihrer Entfernung von der neutralen Schicht.

Bei Beanspruchung auf Biegung ist stets ein Moment aus Kraft und Hebelarm in Rechnung zu stellen, das man Kraftmoment oder Moment der äußeren Kräfte nennt und mit M bezeichnet. So ist die Beanspruchung auf die Stelle D, Fig. 320, ausgedrückt durch das Moment

$$M = P \cdot x,$$

und auf die Einspannungsstelle A durch das Moment

$$M = P \cdot l,$$

das zugleich das größte Moment, das Maximal-Biegungs-Moment = Mmax darstellt, da für diesen Punkt der Hebelarm am größten ist.

Diese äußeren Momente erzeugen innere Momente, die sich gegenseitig das Gleichgewicht halten müssen.

Um diese zu berechnen, denkt man sich den Balken irgendwo in einer beliebigen Entfernung x vom Ende durchschnitten und bringt an den einzelnen Fasern die entsprechenden Zug- und Druckspannungen an, dann müssen für die Erhaltung des Gleichgewichtszustandes die folgenden drei Bedingungen erfüllt werden:

1) Die Summe der wagrecht wirkenden Kräfte muß Null sein, um ein Verschieben in wagrechtem Sinne zu vermeiden;
2) die Summe der lotrecht wirkenden Kräfte muß Null sein, um ein Verschieben in lotrechtem Sinne zu vermeiden;
3) die Summe der statischen Momente aller Kräfte auf eine beliebige Achse, mithin auch auf die neutrale Achse muß Null sein, um eine Drehung des Systems zu vermeiden, Fig. 322.

Die Bedingungsgleichung (1) erfordert, daß die Zugspannungen mit den entgegengesetzt wirkenden Druckspannungen im Gleichgewicht sind, was bekanntlich der Fall ist, wenn die neutrale Achse, die die beiden Spannungen trennt, die Schwerachse der Querschnittsfläche ist, woraus folgt, daß die neutrale Achse eines Querschnittes mit dessen wagrechter Schwerachse zusammenfällt.

Bei rechteckigem wie überhaupt symmetrischem Querschnitt liegt mithin die neutrale Achse in der Mitte.

Zur Erfüllung der Gleichgewichtsbedingung (2) muß an der Schnittstelle eine nach oben gerichtete Vertikalkraft V gleich der abwärts gerichteten P angebracht werden, Fig. 322; diese Kraft wirkt in den einzelnen Querschnitten auf Abscherung, ist bei der Berechnung jedoch nicht weiter zu berücksichtigen, da die nach der dritten Gleichgewichtsbedingung erhaltenen Querschnitte überreichlich genügen.

Zur Bestimmung der dritten Gleichgewichtsbedingung sind die Momente der inneren Kräfte zu bilden. Bedeutet f den Querschnitt einer Faser, und s die Spannung pro Quadratcentimeter, dann ist s . f die Spannkraft der Faser und s . f . y das Moment derselben in Bezug auf die neutrale Achse. Die Summe aller dieser Momente, d. h. $\Sigma (s f y)$ muß gleich sein dem Moment M der äußeren Kräfte, mithin

$$M = \Sigma (s f y).$$

Unter Berücksichtigung von Formel (5) wird

$$M = \Sigma \left(\frac{S}{a} y . f y \right)$$

und da $\frac{S}{a}$ als konstanter Faktor vor die Klammer gesetzt werden kann, so nimmt die Gleichung die Form an:

$$M = \frac{S}{a} \Sigma (f y^2).$$

$\Sigma (f y^2)$ bedeutet: Man zerlege den Querschnitt in unendlich viele und unendlich kleine Flächenteilchen f, multipliziere jedes mit dem Quadrate seines Abstandes von der neutralen Achse und summiere alle diese Produkte.

Man setzt $\Sigma (f y^2) = J$

und versteht hierunter das auf die neutrale Achse bezogene Trägheitsmoment des Querschnittes (äquatoriales Trägheitsmoment). Dann wird

$$M = \frac{S}{a} . J = S . \frac{J}{a}.$$

Der Ausdruck $\frac{J}{a}$, d. h. das Trägheitsmoment, dividiert durch die Entfernung a der äußersten Faser von der neutralen Achse, wird als Widerstandsmoment W des Querschnittes bezeichnet, und es lautet die Grundgleichung für die Biegungsbeanspruchung somit:

$$M = S W \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

und bei gegebenem Biegungsmoment, das erforderliche Widerstandsmoment des Querschnittes:

$$W = \frac{M}{S} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Für M ist stets das größte Biegungsmoment, also M max, in Rechnung zu stellen, und da für die bei den Hochbauten zur Verwendung kommenden Nadelhölzer die zulässige Beanspruchung S = 60 kg/qcm anzunehmen ist, so nimmt die Gleichung (7) für Holzbalken die spezielle Form an:

$$W = 0{,}0166 \, M \max \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

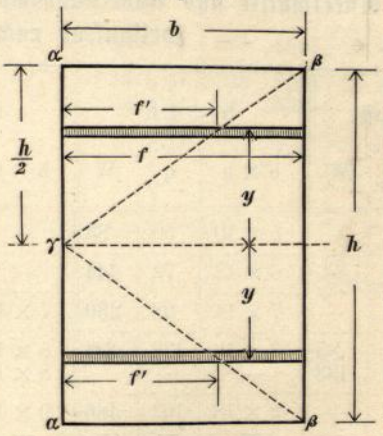
(da $\frac{1}{60} = 0{,}0166$ ist).

§ 5.

Trägheitsmomente und Widerstandsmomente.

Für das Rechteck, das für die Holzkonstruktionen allein in Betracht kommt, läßt sich das Trägheitsmoment in folgender einfacher Weise bestimmen, Fig. 323:[1])

Fig. 323.



Es ist $J = \Sigma (f y^2)$.

Denkt man sich das Rechteck in unendlich schmale Flächenstreifen f parallel der neutralen Achse zerlegt, und bezeichnet den innerhalb des Dreieckes $\alpha \beta \gamma$ fallenden Teil desselben mit f', so verhält sich:

$$f : f' = \frac{h}{2} : y$$

und hieraus

$$f = \frac{f' h}{2 y}$$

mithin wird:

$$J = \Sigma \left(\frac{f' h}{2 y} . y^2 \right) = \Sigma \left(\frac{h}{2} . f' y \right) = \frac{h}{2} \Sigma (f' y).$$

$\Sigma (f' y)$ bedeutet die Summe der Produkte der einzelnen Flächenelemente f', d. h. der Flächenteilchen in den Dreiecken $\alpha \beta \gamma$ und ihrer Abstände von der durch die Spitze γ der Dreiecke gehenden Geraden; dieses statische Moment läßt sich auch bilden aus dem Produkt der ganzen Flächen der beiden Dreiecke $\alpha \beta \gamma$ und den Abständen ihrer Schwerpunkte von γ.

Die Fläche jedes Dreieckes ist $\frac{b . h}{4}$, und der Schwerpunktabstand beträgt $\frac{2}{3} \cdot \frac{h}{2} = \frac{h}{3}$, mithin ist das statische Moment der beiden Dreiecke $\alpha \beta \gamma$

1) H. Müller, Elementares Handbuch der Festigkeitslehre. Berlin 1875.

$$\Sigma(f' y) = 2\left(\frac{bh}{4} \cdot \frac{h}{3}\right) = \frac{bh^2}{6},$$

und somit das Trägheitsmoment des Rechteckquerschnittes:

$$J = \frac{bh^3}{12} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Das Widerstandsmoment wird $W = \frac{J}{a}$, und da $a = \frac{h}{2}$

$$W = \frac{bh^2}{6} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Setzt man diesen Wert für W in die Gleichung (8), so erhält man

$$bh^2 = 0{,}1\ M\,max \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Sobald die Werte von M max bekannt sind, können hiernach die Abmessungen b und h des Balkens ermittelt werden.

Um die Rechnung zu vereinfachen, folgen hier zwei Tabellen der Querschnitte und Widerstandsmomente für Holzbalken in den gebräuchlichen Abmessungen.

Tabelle I.

Querschnitte und Widerstandsmomente der Holzbalken in den gebräuchlichen Abmessungen, fortlaufend nach der Breite b der Querschnitte geordnet.

Breite b	Normalprofil			$b = \frac{1}{2}h$			$b = \frac{3}{5}h$			$b = \frac{2}{3}h$			$b = \frac{3}{4}h$			$b = h$			Breite b
	b × h	q	W	b × h	q	W	b × h	q	W	b × h	q	W	b × h	q	W	b × h	q	W	
5	—	—	—	5 × 10	50	**83**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
6	—	—	—	6 × 12	72	**144**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
7	—	—	—	7 × 14	98	**230**	7 × 12	84	**168**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
8	8 × 8	64	**85**	8 × 16	128	**341**	8 × 13	104	**225**	8 × 12	96	**192**	8 × 10	80	**133**	8 × 8	64	**85**	8
	8 × 10	80	**133**	—	—	—	8 × 14	112	**260**	—	—	—	8 × 11	88	**161**	—	—	—	
9	—	—	—	9 × 18	162	**486**	9 × 15	135	**336**	9 × 13	117	**253**	9 × 12	108	**216**	9 × 9	81	**121**	9
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9 × 14	126	**294**	—	—	—	—	—	—	
10	10 × 10	100	**166**	10 × 20	200	**666**	10 × 16	160	**426**	10 × 15	150	**375**	10 × 13	130	**281**	10 × 10	100	**166**	10
	10 × 12	120	**240**	—	—	—	10 × 17	170	**481**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	10 × 14	140	**327**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11	—	—	—	11 × 22	242	**887**	11 × 18	198	**594**	11 × 16	176	**470**	11 × 14	154	**360**	11 × 11	121	**222**	11
	—	—	—	—	—	—	11 × 19	209	**661**	11 × 17	187	**530**	11 × 15	165	**412**	—	—	—	
12	12 × 12	144	**288**	12 × 24	288	**1152**	12 × 20	240	**799**	12 × 18	216	**648**	12 × 16	192	**512**	12 × 12	144	**288**	12
	12 × 14	168	**392**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	12 × 16	192	**512**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13	—	—	—	13 × 26	338	**1467**	13 × 21	273	**955**	13 × 19	247	**782**	13 × 17	221	**626**	13 × 13	169	**366**	13
	—	—	—	—	—	—	13 × 22	286	**1048**	13 × 20	260	**866**	—	—	—	—	—	—	
14	14 × 14	196	**457**	14 × 28	392	**1830**	14 × 23	322	**1233**	14 × 21	294	**1029**	14 × 18	252	**756**	14 × 14	196	**457**	14
	14 × 16	224	**597**	—	—	—	14 × 24	336	**1344**	—	—	—	14 × 19	266	**842**	—	—	—	
	14 × 18	252	**756**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	14 × 20	280	**933**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	—	—	—	15 × 30	450	**2250**	15 × 25	375	**1560**	15 × 22	330	**1210**	15 × 20	300	**1000**	15 × 15	225	**562**	15
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15 × 23	345	**1322**	—	—	—	—	—	—	
16	16 × 16	256	**683**	16 × 32	512	**2731**	16 × 26	416	**1801**	16 × 24	384	**1536**	16 × 21	336	**1102**	16 × 16	256	**683**	16
	16 × 18	288	**864**	—	—	—	16 × 27	432	**1944**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	16 × 20	320	**1066**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	16 × 22	352	**1291**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
17	—	—	—	17 × 34	578	**3275**	17 × 28	476	**2220**	17 × 25	425	**1770**	17 × 22	374	**1371**	17 × 17	289	**820**	17
	—	—	—	—	—	—	17 × 29	493	**2380**	17 × 26	442	**1915**	17 × 23	391	**1499**	—	—	—	
18	18 × 18	324	**972**	18 × 36	648	**3888**	18 × 30	540	**2700**	18 × 27	486	**2187**	18 × 24	432	**1728**	18 × 18	324	**972**	18
	18 × 20	360	**1200**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	18 × 22	396	**1452**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	18 × 24	432	**1728**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
19	—	—	—	—	—	—	19 × 31	589	**3040**	19 × 28	532	**2449**	19 × 25	475	**1980**	19 × 19	361	**1143**	19
	—	—	—	—	—	—	19 × 32	608	**3240**	19 × 29	551	**2663**	—	—	—	—	—	—	
20	20 × 20	400	**1333**	—	—	—	20 × 33	660	**3630**	30 × 30	600	**3000**	20 × 26	520	**2253**	20 × 20	400	**1333**	20
	20 × 22	440	**1613**	—	—	—	20 × 34	680	**3852**	—	—	—	20 × 27	540	**2430**	—	—	—	
	20 × 24	480	**1920**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	20 × 26	520	**2253**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Breite b	Normalprofil			$b = \frac{1}{2}h$			$b = \frac{3}{5}h$			$b = \frac{2}{3}h$			$b = \frac{3}{4}h$			$b = h$			Breite b
	b × h	q	W	b × h	q	W	b × h	q	W	b × h	q	W	b × h	q	W	b × h	q	W	
21	—	—	—	—	—	—	21 × 35	735	**4284**	21 × 31	651	**3363**	21 × 28	588	**2744**	21 × 21	441	**1542**	21
22	22 × 28	616	**2875**	—	—	—	22 × 36	792	**4752**	22 × 32	704	**3755**	22 × 29	638	**3084**	22 × 22	484	**1774**	22
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22 × 33	726	**3976**	—	—	—	—	—	—	
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23 × 34	782	**4431**	23 × 30	690	**3450**	23 × 23	529	**2028**	23
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23 × 35	805	**4696**	23 × 31	713	**3648**	—	—	—	
24	24 × 24	576	**2304**	—	—	—	—	—	—	24 × 36	864	**5184**	24 × 32	768	**4096**	24 × 24	576	**2304**	24
	24 × 26	624	**2704**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	24 × 30	720	**3600**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25 × 33	825	**4547**	25 × 25	625	**2604**	25
26	26 × 26	676	**2930**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26 × 34	884	**5010**	26 × 26	676	**2930**	26
	26 × 28	728	**3397**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26 × 35	910	**5310**	—	—	—	
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27 × 36	972	**5832**	27 × 27	729	**3281**	27
28	28 × 28	784	**3660**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28 × 28	784	**3660**	28
	28 × 30	840	**4200**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29 × 29	841	**4065**	29
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30 × 30	900	**4500**	30

Tabelle II.

Querschnitte und Widerstandsmomente der Holzbalken, fortlaufend nach den Widerstandsmomenten geordnet.

b × h	q	W	b × h	q	W	b × h	q	W	b × h	q	W	b × h	q	W
5 × 10	50	83	11 × 15	165	412	15 × 20	300	1000	14 × 28	392	1830	17 × 34	578	3275
8 × 8	64	85	10 × 16	160	426	14 × 21	294	1029	17 × 26	442	1915	27 × 27	729	3281
9 × 9	81	121	14 × 14	196	457	13 × 22	286	1048	20 × 24	480	1920	21 × 31	651	3363
8 × 10	80	133	11 × 16	176	470	16 × 20	320	1066	16 × 27	432	1944	26 × 28	728	3397
6 × 12	72	144	10 × 17	170	481	16 × 21	336	1102	19 × 25	475	1980	23 × 30	690	3450
8 × 11	88	161	9 × 18	162	486	19 × 19	361	1143	23 × 23	529	2028	20 × 33	660	3630
10 × 10	100	166	12 × 16	192	512	12 × 24	288	1152	18 × 27	486	2187	23 × 31	713	3648
7 × 12	84	168	11 × 17	187	530	18 × 20	360	1200	17 × 28	476	2220	28 × 28	784	3660
8 × 12	96	192	15 × 15	225	562	15 × 22	330	1210	15 × 30	450	2250	22 × 32	704	3755
9 × 12	108	216	11 × 18	198	594	14 × 23	322	1233	20 × 26	520	2253	20 × 34	680	3852
11 × 11	121	222	14 × 16	224	597	16 × 22	352	1291	24 × 24	576	2304	18 × 36	648	3888
8 × 13	104	225	13 × 17	221	626	15 × 23	345	1322	17 × 29	493	2380	22 × 33	726	3976
7 × 14	98	230	12 × 18	216	648	20 × 20	400	1333	20 × 27	540	2430	29 × 29	841	4065
10 × 12	120	240	11 × 19	209	661	14 × 24	336	1344	19 × 28	532	2449	24 × 32	768	4096
9 × 13	117	253	10 × 20	200	666	17 × 22	374	1371	25 × 25	625	2604	28 × 30	840	4200
8 × 14	112	260	16 × 16	256	683	18 × 22	396	1452	19 × 29	551	2663	21 × 35	735	4284
10 × 13	130	281	14 × 18	252	756	13 × 26	338	1467	18 × 30	540	2700	23 × 34	782	4431
12 × 12	144	288	13 × 19	247	782	17 × 23	391	1499	24 × 26	624	2704	30 × 30	900	4500
9 × 14	126	294	12 × 20	240	799	16 × 24	384	1536	16 × 32	512	2731	25 × 33	825	4547
10 × 14	140	327	17 × 17	289	820	21 × 21	441	1542	21 × 28	588	2744	23 × 35	805	4696
9 × 15	135	336	14 × 19	266	842	15 × 25	375	1560	22 × 28	616	2875	22 × 36	792	4752
8 × 16	128	341	16 × 18	288	864	20 × 22	440	1613	26 × 26	676	2930	26 × 34	884	5010
11 × 14	154	360	13 × 20	260	866	18 × 24	432	1728	20 × 30	600	3000	24 × 36	864	5184
13 × 13	169	366	11 × 22	242	887	17 × 25	425	1770	19 × 31	589	3040	26 × 35	910	5310
10 × 15	150	375	13 × 21	273	955	22 × 22	484	1774	22 × 29	638	3084	27 × 36	972	5832
12 × 14	168	392	18 × 18	324	972	16 × 26	416	1801	19 × 32	608	3240			

§ 6.

Berechnung der an einem Ende eingespannten Träger (Freiträger).

a) Belastung durch Einzellasten.

Der Träger sei am freien Ende durch die Einzellast P beansprucht, Fig. 324; dann bildet sich das Maximalbiegungsmoment für die Einspannungsstelle A, und es wird

$$M\,max = P \cdot l,$$

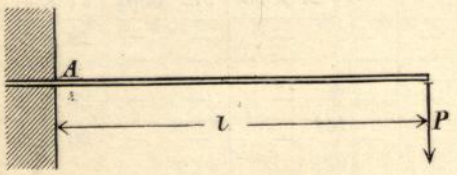
und somit nach Gleichung (8)

$$W = 0{,}0166\,P\,l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

oder nach Gleichung (11)

$$b\,h^2 = 0{,}1\,P\,l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

Fig. 324.



Beispiel: Es sei: $P = 1000$ kg

$l = 1{,}30$ m $= 130$ cm.

Dann wird:

1) Nach Gleichung (12)

$$W = 0{,}0166 \cdot 1000 \cdot 130 = 2158$$

und es können nach den gegebenen Tabellen, Seite 104 u. 105, folgende Querschnitte verwendet werden:

18/27 cm, $q = 486$ qcm, $W = 2187$,
17/28 cm, $q = 476$ qcm, $W = 2220$,
15/30 cm, $q = 450$ qcm, $W = 2250$,
20/26 cm, $q = 520$ qcm, $W = 2253$.

2) nach Gleichung (13)

$$b\,h^2 = 0{,}1 \cdot 1000 \cdot 130.$$

Man nehme z. B. $b = 20$ cm, dann wird

$$20\,h^2 = 0{,}1 \cdot 1000 \cdot 130$$

und . . . . . $h = 26$ cm;

oder man nehme b in einem gewissen Verhältnis zu h, also z. B.:

$b = \frac{2}{3}\,h$, dann wird

$$\frac{2}{3}\,h \cdot h^2 = 0{,}1 \cdot 1000 \cdot 130,$$

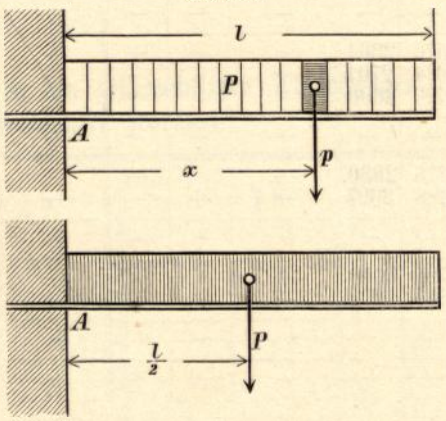
woraus . . . . . $h = 27$ cm,
$b = 18$ cm.

Genau in derselben Weise werden auch für alle anderen Belastungsfälle die Querschnittsabmessungen zu ermitteln sein.

b) Gleichmäßig verteilte Lasten.

Ist die Belastung P gleichmäßig über die ganze Trägerlänge l verteilt, so kann man sich die ganze Belastungsfläche in unendlich schmale, unendlich viele senkrechte Belastungsstreifen zerlegt denken, die als Einzelkräfte p wirken, und mit dem größten Hebelarm x nach der Einspannungsstelle das Biegungsmoment p x bilden, Fig. 325. Das

Fig. 325.



Maximalbiegungsmoment bildet sich dann aus der Summe dieser Einzelmomente, d. h.

$$M\,max = \Sigma\,(p\,x).$$

$\Sigma\,(p\,x)$ ergiebt sich aber aus dem Gesamtgewicht P mal dem Abstand $\frac{l}{2}$ des Schwerpunktes der Belastungsfläche von der Einspannungsstelle, und es wird somit

$$M\,max = \frac{P \cdot l}{2}$$

und nach Formel (8)

$$W = 0{,}0166\,\frac{P \cdot l}{2}$$

d. i. $$W = 0{,}0083\,P\,l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

oder nach Formel (11)

$$b\,h^2 = 0{,}05\,P\,l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

Beispiel: Es sei $P = 1000$ kg
$l = 130$ cm.

Dann wird nach Formel (14)

$$W = 0{,}0083 \cdot 1000 \cdot 130 = 1079.$$

Nach den Tabellen können folgende Querschnitte verwendet werden:

16/21 cm, $q = 336$, $W = 1102$,
19/19 cm, $q = 361$, $W = 1413$,
12/24 cm, $q = 288$, $W = 1152$,
18/20 cm, $q = 360$, $W = 1200$.

Nach Formel (15) wird

$$b\,h^2 = 0{,}05 \cdot 1000 \cdot 130 = 6500$$

und hieraus, z. B. bei $b = 18$ cm, wird $h = 20$ cm.

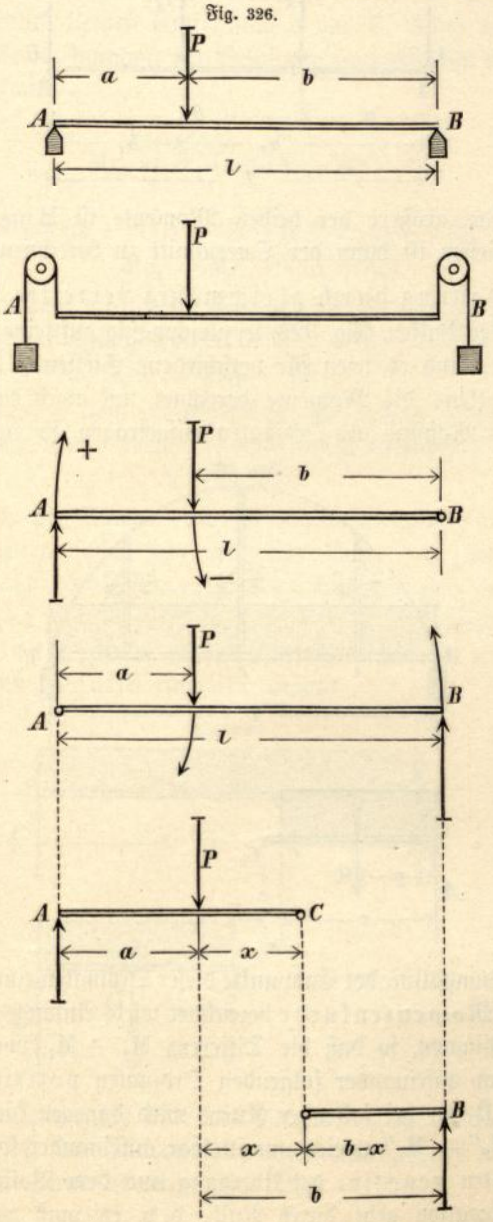
§ 7.

Berechnung der an beiden Enden frei aufliegenden Träger.

a) Belastung durch Einzellasten.

Ist ein frei auf zwei Stützen liegender Träger durch eine Last P belastet, so wird diese Last auf die beiden Stützen übertragen, und diese müssen den übertragenen Lasten einen

Fig. 326.



entsprechenden Widerstand entgegensetzen. Dieser Widerstand, oder der Gegendruck, der Auflagerreaktion genannt wird, kann an Stelle der Stütze als aufwärts gerichtete Kraft angebracht werden, Fig. 326.

Damit Gleichgewicht in diesem System mit nur lotrecht wirkenden Kräften vorhanden ist, müssen die folgenden Gleichgewichtsbedingungen erfüllt sein:

1) Damit keine Drehung entsteht, muß die Summe der statischen Momente auf jeden beliebigen Drehpunkt = Null sein;
2) damit keine Bewegung im lotrechten Sinne entsteht, muß die Summe der lotrecht wirkenden Kräfte = Null sein.

Zur Ermittelung der ersten Gleichgewichtsbedingung bezeichnen wir allgemein die rechtsdrehenden Momente als positiv, die linksdrehenden als negativ. Dann lautet unter Annahme, z. B. des Punktes B, als Drehpunkt die Gleichgewichtsbedingung

$$A\,l - P\,b = 0$$

und hieraus

$$A = \frac{P \cdot b}{l} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

Wird A als Drehpunkt angenommen, so wird

$$-B\,l + P\,a = 0$$

und hieraus

$$B = \frac{P}{l} \cdot a \quad \ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

Mithin

$$A + B = \frac{P\,b}{l} + \frac{P\,a}{l} = P,$$

d. h. die beiden aufwärts gerichteten Auflagerreaktionen sind = der abwärts gerichteten Last, womit also auch die zweite Gleichgewichtsbedingung erfüllt ist.

Aus (16) und (17) folgt:

$$\frac{A}{B} = \frac{b}{a},$$

d. h. die Auflagerreaktionen verhalten sich umgekehrt wie die Hebelarme.

Zur Bildung des Biegungsmomentes für eine beliebige Stelle C denke man sich den Träger in C durchschnitten, Fig. 326, und es ergeben sich folgende Momentengleichungen:

Von den links liegenden Kräften:

$$Mc = A\,(a + x) - P \cdot x,$$

$$\text{d. i. } Mc = A\,a - x\,(P - A).$$

Da (P − A) positiv, ist der zweite Wert unbedingt negativ, und der Wert von Mc wird deshalb am größten, d. h. = M max, wenn x (P − A) am kleinsten, d. h. wenn x = 0 wird (da P − A in jedem Fall eine bestimmte unveränderliche Größe darstellt). Es wird dann:

$$M\,max = A\,a$$

und da

$$A = \frac{P}{l}\,b,$$

so wird

$$M\,max = \frac{P}{l} \cdot a \cdot b.$$

Wird das Moment von rechts gebildet, dann wird:

$$Mc = -B\,(b - x).$$

Mc wird somit wachsen mit abnehmendem x und am größten werden, wenn x = o wird; dann wird Mc = M max und

$$M\,max = -B\,b.$$

Da $B = \frac{P}{l} \cdot a$,

so wird $M\,max = -\frac{P}{l} a b$.

Es ergiebt sich hieraus, daß der absolute Wert des Biegungsmomentes (d. h. der Wert ohne Berücksichtigung des Vorzeichens) derselbe ist, gleichviel, ob das Moment von den links- oder den rechtsliegenden Kräften gebildet wird.

Bei dem durch eine Einzellast beanspruchten Träger liegt somit der gefährliche Querschnitt im Angriffspunkt der Last, und es wird

$$M\,max = \frac{P}{l} a b \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

und somit nach Formel (8)

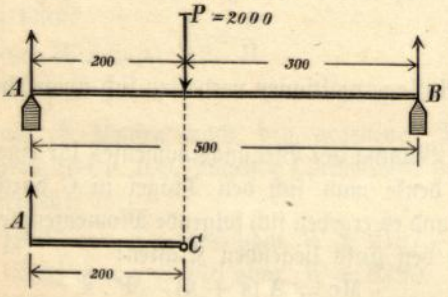
$$W = 0{,}0166 \frac{P a b}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

und nach Formel (11)

$$b h^2 = 0{,}1 \frac{P a b}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19a)$$

Beispiel: Es sei (Fig. 327): $P = 2000$ kg,
$a = 200$ cm,
$b = 300$ cm,
$l = 500$ cm.

Fig. 327.



Dann ist:

$$W = 0{,}0166 \frac{2000 \cdot 200 \cdot 300}{500} = 3984.$$

Nach der Tabelle Seite 105 können folgende Querschnitte verwendet werden:

22×33, $q = 726$ qcm, $W = 3976$,
29×29, $q = 841$ qcm, $W = 4096$,
24×32, $q = 768$ qcm, $W = 4096$.

Wird $a = b = \frac{l}{2}$, d. h. greift die Last in der Trägermitte an, dann wird $W = 0{,}0166 \frac{P l}{4}$ . . . . . (20)

und $b h^2 = 0{,}1 \frac{P l}{4}$ . . . . . (21)

Wirken mehrere Einzellasten auf den Träger, z. B. P und P_1, dann wird Fig. 327a:

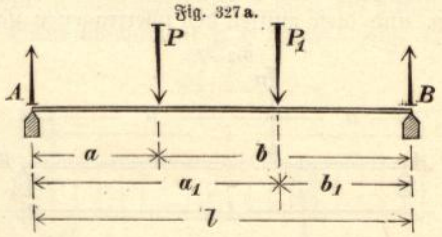
$$A = \frac{P b + P_1 b_1}{l}$$

$$B = \frac{P a + P_1 a_1}{l}$$

$$M_I = A a$$

$$M_{II} = A a_1 - P (a_1 - a).$$

Fig. 327a.

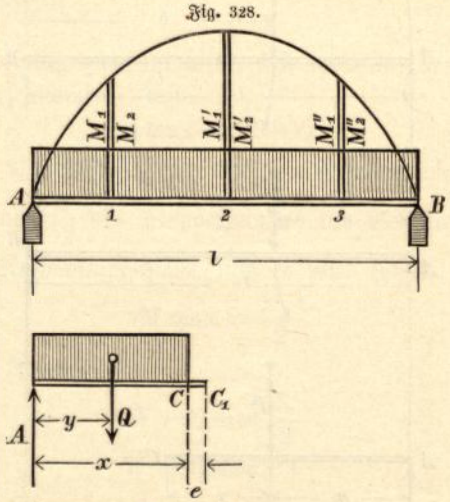


Das größere der beiden Momente ist M max, und nach diesem ist dann der Querschnitt zu berechnen.

b) Belastung durch gleichmäßig verteilte Lasten.

Der Balken, Fig. 328, sei gleichmäßig auf seine Länge l belastet, und es seien für verschiedene Stellen 1, 2, 3 . . . des Balkens die Momente berechnet und nach einem beliebigen Maßstab als Ordinaten aufgetragen, so ergiebt die

Fig. 328.



Verbindungslinie der Endpunkte dieser Ordinaten eine Kurve, die als Momentenkurve bezeichnet wird. Anfangs wachsen die Ordinaten, so daß die Differenz $M_2 - M_1$ zweier unmittelbar aufeinander folgenden Ordinaten positiv wird; gegen B hin bei fallender Kurve wird dagegen die Differenz $M_2'' - M_1''$ zweier unmittelbar aufeinander folgenden Ordinaten negativ; der Übergang aus dem Positiven in das Negative geht durch Null, d. h. es muß von dem steigenden nach dem fallenden Teil der Kurve ein Übergang sein, bei dem die Differenz zweier unmittelbar aufeinander folgenden Ordinaten Null ist, d. h. $M_2' - M_1' = 0$.

Diese Stelle giebt zugleich die Maximalordinate, also das Maximalbiegungsmoment des Trägers.

Zur Bestimmung denken wir uns den Träger an einem beliebigen Punkte C in der Entfernung x von A

durchschnitten; die Belastung des Trägerteiles A C sei Q, die im Schwerpunkt der Belastungsfläche in der Entfernung y von A vereinigt wird. Das Biegungsmoment für die Stelle C wird dann

$$Mc = A \cdot x - Q\,(x - y),$$

d. i. $$Mc = x\,(A - Q) + Q\,y.$$

Bilden wir ferner das Moment für die Stelle C_1 in der unendlich kleinen Entfernung e von C, wobei die unendlich kleine Zunahme der Belastung vernachlässigt werden kann, so wird

$$Mc_1 = A\,(x + e) - Q.\,(x + e - y),$$

d. i. $$Mc_1 = (x + e)\,(A - Q.) + Q\,y$$

mithin

$$Mc_1 - Mc = (x + e)\,(A - Q) + Q\,y - [x\,(A - Q) + Q\,y],$$

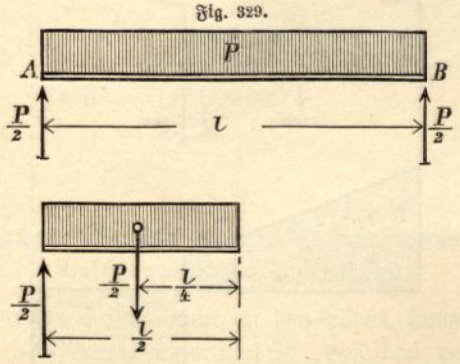
d. i. $$Mc_1 - Mc = e\,(A - Q).$$

Nach dem vorstehend Gesagten soll aber für die Stelle des Maximalbiegungsmomentes $Mc_1 - Mc = 0$ sein, mithin muß sein $0 = e\,(A - Q)$;

e ist unendlich klein angenommen, aber immer größer als Null, somit muß, wenn die vorstehende Gleichung erfüllt sein soll, $A - Q = 0$

sein; d. h. die Summe der Vertikalkräfte wird = Null. Wir erhalten somit den wichtigen Satz, daß sich das Maximalbiegungsmoment an derjenigen Stelle befindet, wo die Vertikalkraft $V = 0$ ist, wobei die aufwärtsgehenden Kräfte positiv, die abwärtsgehenden negativ eingesetzt werden.

Fig. 329.



Bei gleichmäßig über den Träger verteilter Belastung befindet sich das Maximalbiegungsmoment somit in der Trägermitte, und es wird, Fig. 329,

$$A = B = \frac{P}{2}$$

$$M\,max = \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{2} - \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{4} = \frac{P\,l}{8} \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

Somit nach Gleichung (8)

$$W = 0{,}0166\,\frac{P\,l}{8},$$

d. i. $$W = 0{,}0021\,P\,l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

und nach Gleichung (11)

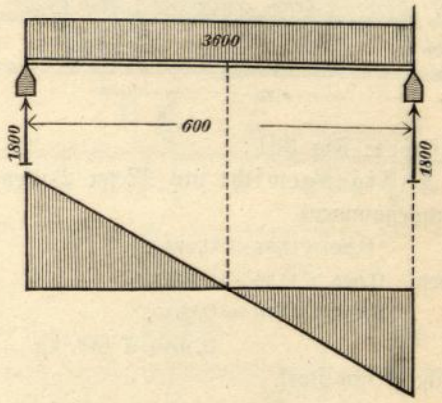
$$b\,h^2 = 0{,}1\,\frac{P\,l}{8},$$

d. i. $$b\,h^2 = 0{,}0125\,P\,l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23a)$$

Beispiel: Für einen Deckenbalken sei, Fig. 330,

$$P = 3600\ kg,$$
$$l = 600\ cm,$$

Fig. 330.



wobei die Länge l von Mitte zu Mitte des Auflagers zu rechnen ist; dann wird nach Formel (23)

$$W = 0{,}0021 \cdot 3600 \cdot 600 = 4536.$$

Dies giebt nach der Tabelle, Seite 105,

25/33 cm, q = 825 qcm, W = 4537,

oder 23/35 cm, q = 805 qcm, W = 4696.

Oder nach Formel (23 a)

$$b\,h^2 = 0{,}0125 \cdot 3600 \cdot 600$$

und hieraus, wenn z. B. $b = \frac{2}{3}\,h$ genommen wird:

$$\frac{2}{3}\,h \cdot h^2 = 0{,}0125 \cdot 3600 \cdot 600,$$

$$h = 35\ cm,$$
$$b = 23\ cm.$$

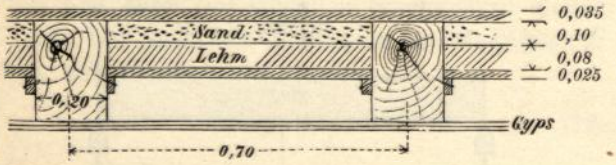
Derartig gleichmäßig belastete Balken sind die Deckenbalken und Unterzüge, deren Belastung sich zusammensetzt aus dem Eigengewicht der Konstruktion und der Verkehrslast.

Das Eigengewicht sollte in jedem einzelnen Fall nach der wirklich gewählten Konstruktionsweise berechnet werden, und nicht nach den in den Lehr- und Handbüchern angegebenen Durchschnittswerten, da die Eigengewichte je nach der Ausführungsweise in großen Grenzen schwanken.

Die Verkehrslasten sind je nach der Zweckbestimmung der Räume nach Erfahrungssätzen zu bestimmen, und zwar sind anzunehmen:

für Wohnräume . . .	150	kg	pro Quadratmeter
„ Schulsäle	200	„	„ „
„ Tanzsäle	350	„	„ „
„ Heu- und Strohböden	400	„	„ „
„ Magazine .	500–1000	„	„ „
Belastung durch Menschengedränge	400	„	„ „

Fig. 331.



Beispiel: Fig. 331:

A. Eigengewicht pro Meter Balken:

Balken (angenommen)
$0{,}20 \times 0{,}36 = 0{,}0720$,
Streifboden $0{,}025 \times 0{,}50 = 0{,}0125$,
Boden . . $0{,}035 \times 0{,}70 = 0{,}0245$,
$0{,}1090$ à 600 kg $= 65{,}40$ kg,
Lehmestrich, 8 cm stark,
$(0{,}50 \times 0{,}08) = 0{,}04$ à 1600 kg $= 64{,}00$ kg,
Sandfüllung, 10 cm hoch,
$0{,}50 \times 0{,}10 = 0{,}05$ à 1600 kg $= 80{,}00$ kg,
Deckenputz . . . . . $0{,}70$ qm à 30 kg $= 21{,}00$ kg.
Eigengewicht pro Meter Balken 230,40 kg.

B. Verkehrslast pro Meter Balken
(für Wohnräume 150 kg/qm)
$0{,}70$ qm à 150 kg . . . 105,00 kg.
Totallast pro Meter Balken . 335,40 kg.

(pro Quadratmeter Decke also $\frac{335{,}40}{0{,}70} = 479$ kg).

Bei 6 m lichter Weite wird hiernach
$P = 335{,}10 \times 6{,}00 = 2011$ kg
$l = 625$ cm (von Mitte Auflager bis Mitte Auflager).

Somit nach Formel (22)
$W = 0{,}0021\ 2011 \,.\, 625 = 2637$.
Dies giebt nach Tabelle, Seite 105,
25/25 cm, $q = 625$, $W = 2604$,
19/29 cm, $q = 551$, $W = 2663$,
18/30 cm, $q = 540$, $W = 2700$.

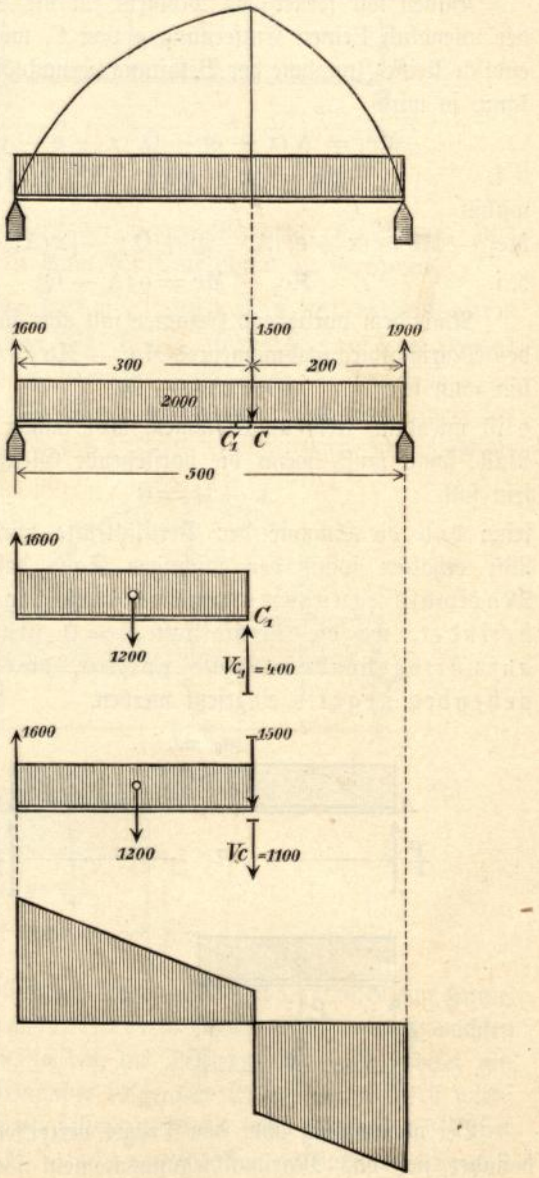
Der letzte Querschnitt, 18×30 cm, ist der vorteilhafteste, da er bei größter Tragfähigkeit die kleinste Querschnittsfläche besitzt.

C. Belastung durch gleichmäßig verteilte Last und durch Einzellast.

Es kommt vor, daß Deckenbalken oder Unterzüge außer durch die Deckenlast noch durch einen oder mehrere Pfosten (der Dachstuhlkonstruktion u. s. w.) belastet werden, Fig. 332.

Nach dem Seite 109 festgestellten Grundsatz befindet sich das Maximalbiegungsmoment an derjenigen Stelle, für die die Vertikalkraft $V = 0$ ist, oder an der ein plötzlicher Übergang von $+ V$ nach $- V$ stattfindet, wie dies

Fig. 332.



bei Einzellasten eintreten kann. In diesem Fall findet sich in der Momentenkurve keine Stelle mit wagrechter Tangente, wie in Fig. 328, d. h. also keine Stelle, für die die Differenz zweier unmittelbar aufeinanderfolgenden Ordinaten = Null wird, sondern die Momentenkurve hat im Angriffspunkt der Einzellast eine Spitze, so daß der Übergang aus dem Positiven in das Negative plötzlich erfolgt, Fig. 332.

Beispiel: Es sei:

die gleichmäßig verteilte Last $P = 2000$ kg,
die Einzellast . . . . . $Q = 1500$ kg,

dann wird bei den in Fig. 332 angegebenen Abmessungen:

$$A = \frac{2000}{2} + \frac{1500 \cdot 2}{5} = 1600 \text{ kg}.$$

$$B = \frac{2000}{2} + \frac{1500 \cdot 3}{5} = 1900 \text{ kg}.$$

Die Vertikalkraft unmittelbar vor dem Punkte C in C_1 wird:

$$Vc_1 = 1600 - \frac{2000}{5} \cdot 3 = + 400 \text{ kg},$$

und diejenige im Punkte C:

$$Vc = 1600 - \left[\frac{2000}{5} \cdot 3 + 1500\right] = - 1100 \text{ kg}.$$

Im Punkte C geht mithin die Vertikalkraft plötzlich von + 400 kg (d. h. aufwärts gerichtet) über in — 1100 kg (d. h. abwärts gerichtet), so daß sich die Vertikalkräfte, als Ordinaten aufgetragen, in der in Fig. 332 gegebenen Weise darstellen (s. hierwegen § 10). Das Maximalbiegungsmoment befindet sich somit im Angriffspunkt der Einzellast und wird:

$$M \max = 1600 \cdot 300 - \left(\frac{2000}{5} \cdot 3\right) 150 = 300\,000.$$

Somit nach Formel (8)

$$W = 0{,}0166 \cdot 300\,000 = 4980;$$

die Tabelle, Seite 105, ergiebt

26/34 cm, $q = 884$, $W = 5010$.

Oder nach Formel (11):

$$b h^2 = 0{,}1 \cdot 300\,000.$$

Wird z. B. $b = 24$ cm angenommen, dann wird:

$$24\ h^2 = 0{,}1 \cdot 300\,000$$

und somit $h = 36$ cm.

§ 8.

Der Träger ist nicht an den Enden, sondern an Zwischenpunkten unterstützt.

Wenn der Träger nicht an den Enden, sondern z. B. nach Fig. 333 derart unterstützt ist, daß das eine Ende über die Stütze hinausragt, wie dies bei der Konstruktion von Gallerien und Balkonen vorkommt, so werden sich zwei größte Momente bilden, eines zwischen den beiden Stützen und eines über der Stütze B, da das überragende Ende des Trägers als Freiträger zu betrachten ist.

Die Berechnung erfolgt in der nachstehend verzeichneten Weise unter Zugrundelegung der in Fig. 333 angenommenen Werte.

Zunächst sind die beiden Reaktionen zu bestimmen:

Drehpunkt B:

$$A \cdot 5{,}00 - 2000 \cdot 2{,}50 - 1500 \cdot 2{,}00 + 500 \cdot 1{,}00 + 1000 \cdot 2{,}00 = 0$$

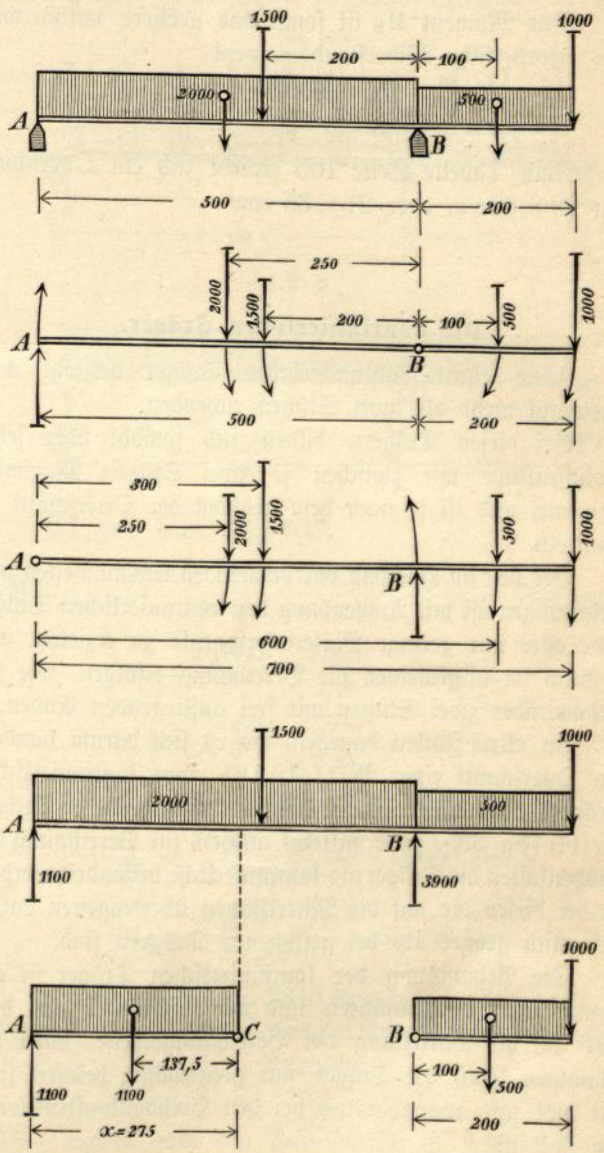
$$A = 1100.$$

Drehpunkt A:

$$-B \cdot 5{,}00 + 2000 \cdot 2{,}50 + 1500 \cdot 3{,}00 + 500 \cdot 6{,}00 + 1000 \cdot 7{,}00 = 0$$

$$B = 3900.$$

Fig. 333.



Nunmehr ist der Punkt C zwischen A und B zu bestimmen, für den die Vertikalkraft $V = 0$ wird (oder aus dem Positiven in das Negative übergeht). Im vorliegenden Fall liegt dieser Punkt offenbar kurz vor dem Angriffspunkt der Einzellast, und es muß sein:

$$Vc = 0 = + 1100 - \frac{2000}{5} \cdot x$$

und hieraus

$$x = \frac{1100}{400} = 2{,}75 \text{ m} = 275 \text{ cm}$$

Somit wird

$$Mc = 1100 \cdot 275 - 1100 \cdot 137{,}5 = 151250 \text{ kgcm}.$$

Ein zweites größtes Moment bildet sich über der Stütze B, da der überragende Trägerteil als Freiträger wirkt, und es wird:

$$M_B = 500 \cdot 100 + 1000 \cdot 200 = 250000 \text{ kgcm}.$$

Das Moment M_B ist somit das größere, mithin wird das erforderliche Widerstandsmoment

$$W = \frac{M}{S} = \frac{250000}{60} = 4166.$$

Nach Tabelle Seite 105 ergiebt sich ein Querschnitt von 28×30 cm oder 21×35 cm.

§ 9.

Die kontinuierlichen Träger.

Unter einem kontinuierlichen Träger versteht man einen auf mehr als zwei Stützen ruhenden.

Bei diesen Trägern bilden sich sowohl über jeder Zwischenstütze wie zwischen je zwei Stützen Maximalmomente, und ist je nach dem größten der Querschnitt zu ermitteln.

Bei den im Hochbau vorkommenden Spannweiten und Belastungen ist mit Anwendung der kontinuierlichen Träger keine oder nur geringe Materialersparnis zu erzielen, und es kann im allgemeinen die Berechnung erfolgen, wie für Träger über zwei Stützen mit frei aufliegenden Enden.

In allen Fällen dagegen, wo es sich darum handelt, den Querschnitt einer Mittelstütze eines kontinuierlichen Trägers oder unter einem System kontinuierlicher Träger, wie bei Fig. 335, zu ermitteln, müssen zur Berechnung der Stützenlasten die Träger als kontinuierliche behandelt werden, da bei diesen die auf die Mittelstützen übertragenen Lasten wesentlich größer als bei gestoßenen Trägern sind.

Die Behandlung der kontinuierlichen Träger ist elementar nicht durchzuführen, und wir beschränken uns deshalb auf die Mitteilung der Berechnungsweise, unter der Annahme, daß die Träger nur gleichmäßig belastet sind, wie dies fast ausnahmslos bei den Hochbaukonstruktionen der Fall ist.

Das Biegungsmoment über der Mittelstütze C sei $= M_c$, dasjenige im Felde $AC = M_I$, und dasjenige im Felde $BC = M_{II}$, so wird nach den in Fig. 334 gewählten Bezeichnungen:

$$M_c = -\frac{P_1 l_1^2 + P_2 l_2^2}{8(l_1 + l_2)} \quad \ldots \quad (24)$$

Es muß aber auch sein:

$$-M_c = A \cdot l_1 - P_1 \frac{l_1}{2},$$

woraus sich ergiebt

$$\text{Reaktion } A = \frac{P_1}{2} - \frac{M_c}{l_1} \quad \ldots \quad (25)$$

und ebenso

$$\text{Reaktion } B = \frac{P_2}{2} - \frac{M_c}{l_2} \quad \ldots \quad (26)$$

und Reaktion $C = (P_1 + P_2) - (A + B)$. . . . (27)

Das größte Biegungsmoment M_I im Felde AC befindet sich an der Stelle, für die $V = 0$ ist, d. h.

$$A = \frac{P_1}{l_1} \cdot x$$

Fig. 334.

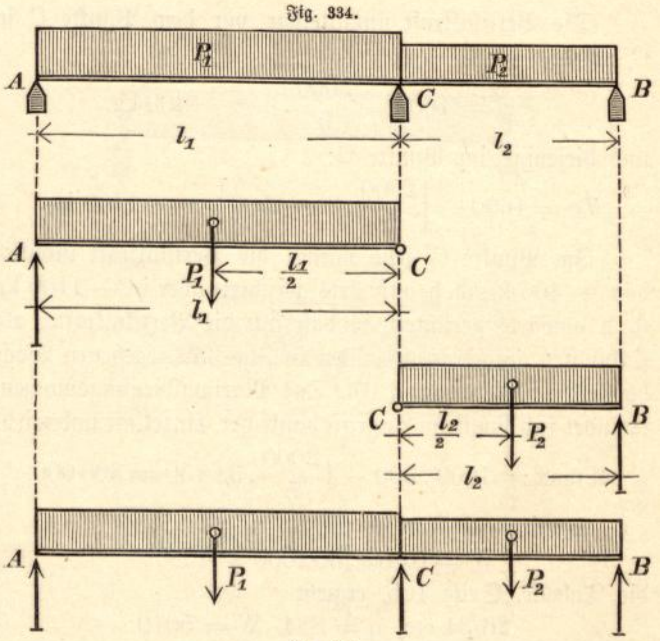
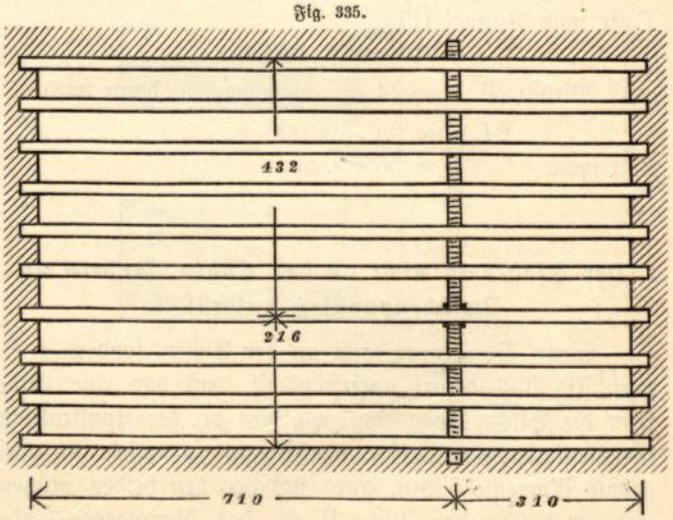


Fig. 335.



und hieraus $x = \frac{A l_1}{P_1}$.

Es ist dann $M_I = A \cdot \frac{x}{2}$, d. h.

$$M_I = \frac{A^2 \cdot l_1}{2 P_1} \quad \ldots \quad (28)$$

und ebenso $$M_{II} = \frac{B^2 \cdot l_2}{2 P_2} \quad \ldots \quad (29)$$

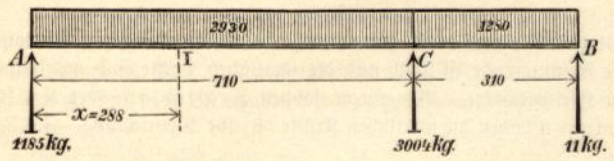
Beispiel: Ein Raum von 10,20 m Tiefe und 6,48 m Breite, Fig. 335, erhalte Holzgebälk, das auf einem auf einer Stütze ruhendem Unterzuge aufliege. Es sollen die Deckebalken und der Unterzug berechnet und die auf die Stütze übertragene Last ermittelt werden.

a) Deckebalken:

Die Fachweite betrage 0,72 m, die Deckelast einschließlich der Verkehrslast 570 kg pro Quadratmeter; dann ergeben sich als Belastungen der beiden Felder (Fig. 336):

$$(7{,}10 \times 0{,}72)\ 570 = \sim 2930 \text{ kg},$$
$$(3{,}10 \times 0{,}72)\ 570 = \sim 1280 \text{ kg}.$$

Fig. 336.



Somit wird:

nach Formel (24)

$$M_c = \frac{2930 \,.\, 7{,}10^2 + 1280 \,.\, 3{,}10^2}{8\,(7{,}10 + 3{,}10)} = -1950 \text{ kgm},$$

nach Formel (25)

$$A = \frac{2930}{2} - \frac{1950}{7{,}10} = 1185 \text{ kg},$$

nach Formel (26)

$$B = \frac{1280}{2} - \frac{1950}{3{,}10} = 11 \text{ kg},$$

nach Formel (27)

$$C = (2930 + 1280) - (1185 + 11) = 3004 \text{ kg},$$

nach Formel (28)

$$M_I = \frac{1185^2 \,.\, 7{,}10}{2 \,.\, 2930} = 1706 \text{ kgm},$$

(die Entfernung x des Punktes I von der Stütze A wird nach der auf Seite 109 angegebenen Weise berechnet, da für Punkt I die Vertikalkraft V = 0 sein muß),

nach Formel (29)

$$M_{II} = \frac{11^2 \,.\, 3{,}10}{2 \,.\, 1280} = 0{,}147 \text{ kgm}.$$

$M_c = 1950$ kgm $= 195000$ kgcm ist sonach das Maximalbiegungsmoment, und es wird

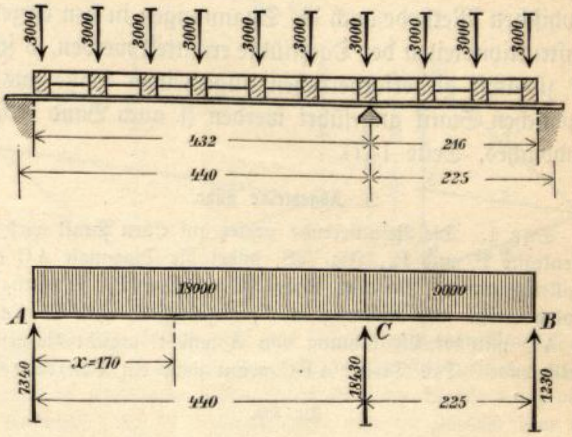
$$W = \frac{195000}{60} = 3250.$$

Nach Tabelle I, Seite 104, können somit als Querschnitte 24/30, 17/34, 19/32, 21/31, 23/30, 27/27 verwendet werden.

b) Unterzug:

Die einzelnen Deckebalken übertragen auf den Unterzug die Reaktion C = 3004 kg. Der als kontinuierlicher Träger gebildete Unterzug ist somit durch eine Anzahl Einzellasten beansprucht, die aber in gleichen Abständen und nahe bei einander liegen, so daß die Wirkung nicht wesentlich von jener verschieden ist, die dieselbe Last, gleichmäßig verteilt, hervorbringen würde. Es kann deshalb die Berechnung nach den vorstehend mitgeteilten Formeln erfolgen.

Fig. 337.



Es wird dann (Fig. 337):

$$M_c = -\frac{18000 \,.\, 4{,}40^2 + 9000 \,.\, 2{,}25^2}{8\,(4{,}40 + 2{,}25)} = -7300 \text{ kgm},$$

$$A = \frac{18000}{2} - \frac{7300}{4{,}40} = 7340 \text{ kg},$$

$$B = \frac{9000}{2} - \frac{7300}{2{,}25} = 1230 \text{ kg},$$

$$C = (18000 + 9008) - (7340 + 1230) = 18430 \text{ kg},$$

$$M_I = \frac{7340^2 \,.\, 4{,}40}{2 \,.\, 18000} = \sim 6600 \text{ kgm},$$

$$M_{II} = \frac{1230^2 \,.\, 2{,}25}{2 \,.\, 9000} = \sim 190 \text{ kgm}.$$

Somit ist $M_c = 7340$ kgm $= 734000$ kgcm das Maximalmoment, und es wird bei Annahme eines I Trägers

$$W = \frac{734000}{750} = 907.$$

Dies ergiebt nach den Tabellen für I Träger Normalprofil Nr. 34.

Wären die Balken auf den Stützen gestoßen, so würde in jedem einzelnen Fall der Stützendruck gleich der halben Trägerlast sein, und es würde die von dem Unterzug auf die Mittelstütze übertragene Last betragen

$$\frac{1}{4}(10{,}20 \times 6{,}48)\ 570 = 9400 \text{ kg},$$

statt der vorstehend berechneten von 18430 kg.

Man sieht, wie außerordentlich wichtig es ist, zur Vermeidung schwerer Konstruktionsfehler die Stützenlast in richtiger Weise zu ermitteln.

§ 10.

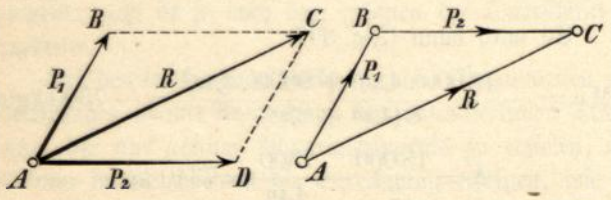
Graphische Ermittelung der Reaktionen und der Biegungsmomente.

Statt auf rechnerischem Wege können die Auflagerreaktionen und die Biegungsmomente auch mit Hilfe der graphischen Methode bestimmt werden. Da nach der graphischen Methode auch die Spannungen in den einzelnen Konstruktionsteilen der Dachstühle ermittelt werden, so sollen hier zunächst die erforderlichen allgemeinen Sätze aus der graphischen Statik angeführt werden (s. auch Band I dieses Handbuches, Seite 147).

A. Allgemeine Sätze.

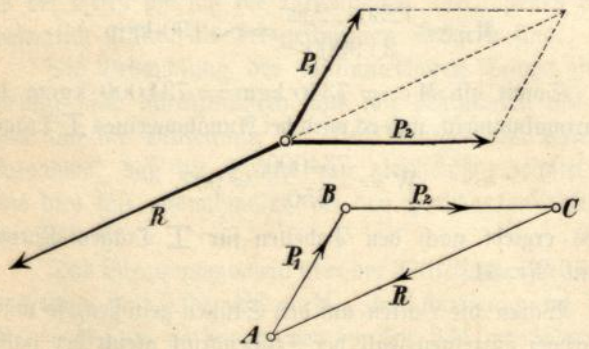
Satz 1. Die Resultierende zweier auf einen Punkt wirkenden Seitenkräfte P_1 und P_2, Fig. 338, bildet die Diagonale AC eines Parallelogramms. Da aber Seite $BC = AD = P_2$, so genügt es, P_2 nach Größe und Richtung an P_1 anzutragen, und die Schlußlinie AC mit der Pfeilrichtung von A nach C ergiebt die gesuchte Resultierende. Das Dreieck ABC nennt man ein Kräftedreieck.

Fig. 338.



Satz 2. Soll die mit den Kräften P_1 und P_2 das Gleichgewicht haltende Kraft ermittelt werden, so ist R gleich groß aber entgegengesetzt, also im Kräftedreieck mit umgekehrter Pfeilrichtung, von C nach A anzubringen, Fig. 339, so daß sich die Richtungspfeile der Kräfte nicht mehr begegnen, sondern in demselben Sinne fortschreiten.

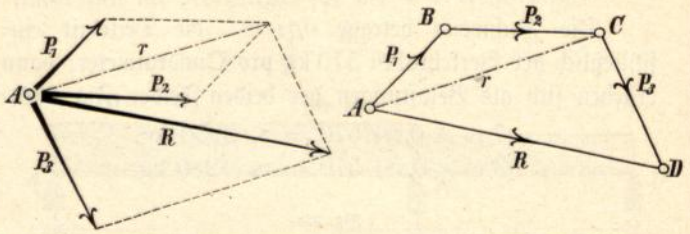
Fig. 339.



Satz 3. Soll dagegen eine Kraft R in zwei Seitenkräfte P_1 und P_2 von gegebener Richtung zerlegt werden, so geschieht dies durch Konstruktion des Kräftedreiecks, indem man durch die Endpunkte von R Parallele zu den gegebenen Richtungen zieht, die sich in B gegenseitig abschneiden. Die Längen AB und CB stellen die beiden Seitenkräfte P_1 und P_2 dar, deren Pfeilrichtung derjenigen von R entgegengesetzt ist. Wären P_1 und P_2 die das Gleichgewicht haltenden Kräfte, so würden sie mit R einerlei Pfeilrichtung erhalten.

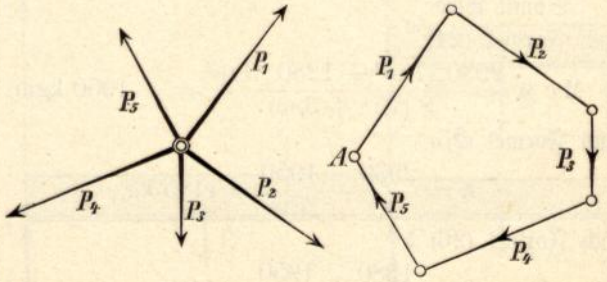
In derselben Weise verfährt man, wenn die Resultierende von beliebig vielen auf einen Punkt wirkenden Kräften zu ermitteln ist. Man trägt, Fig. 340, die Kräfte nach ihrer Größe und Reihenfolge so aneinander, daß die Richtungspfeile immer denselben Sinn haben; die Schlußlinie des Kräftezuges ergiebt die Resultierende aus sämtlichen Kräften mit der Pfeilrichtung vom Anfangspunkte A nach dem Endpunkte D des Kräftezuges. Fällt der Endpunkt des Kräftezuges

Fig. 340.



mit dem Anfangspunkte zusammen, dann ist der Kräftezug geschlossen, die Resultierende ist Null und die sämtlichen Kräfte sind miteinander im Gleichgewichte. Bei einem solchen Kräfteplan oder Kräftepolygon haben die sämtlichen Kräfte dieselbe Pfeilrichtung. Fig. 341.

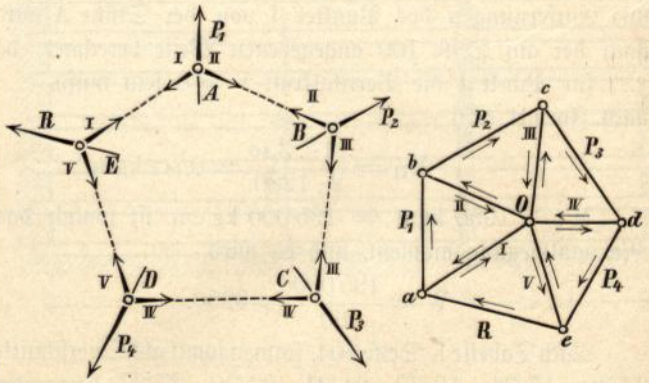
Fig. 341.



Satz 4. Schneiden sich die Kräfte nicht in einem Punkte, so findet man die das Gleichgewicht haltende Kraft auf folgende Weise: Fig. 342.

Gegeben seien die beliebig gerichteten Kräfte $P_1 - P_4$. Man bringe an P_1 beliebig zwei Gleichgewicht haltende Seitenkräfte I und II

Fig. 342.



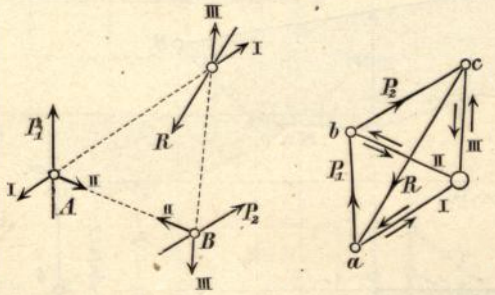
an, deren Größe in dem Kräftedreieck Oab bestimmt wird, verlängere II bis zum Schnitt mit P_2, bestimme im Kräftedreieck Obc eine Gleichgewicht haltende Seitenkraft III durch Ziehen der Schlußlinie Oc, verlängere III bis zum Schnitt mit P_3, bestimme wie vor die das Gleichgewicht haltende Seitenkraft IV durch Ziehen der Schlußlinie Od, verlängere IV bis zum Schnitt mit P_4, ermittle wieder

die das Gleichgewicht haltende Seitenkraft V, durch Ziehen der Schlußlinie O e im Kräftedreieck O d e, und bringe nunmehr die Seitenkräfte V und I in E zum Schnitt, so ist E der Angriffspunkt der das Gleichgewicht haltenden Kraft, deren Größe durch die Schlußlinie a e des Kräfteplanes gegeben ist. Denn die Kräfte bilden jetzt ein geschlossenes Polygon a b c d e a mit gleicher Pfeilrichtung, und die Seitenkräfte I, II—V, die in jeder Seite des Linienzuges A B C D E paarweise auftreten, heben sich gegenseitig auf, sind somit ebenfalls im Gleichgewichte, so daß sich das ganze System im Gleichgewichte befinden muß. Den Linienzug A B C D E bezeichnet man als Seilpolygon (wenn die durch die Kräfte hervorgerufenen inneren Spannungen Zugspannungen sind), oder als Druckpolygon oder Drucklinie (wenn die inneren Spannungen Druckspannungen sind), die Strahlen O a, O b, u. s. w. als Polstrahlen und den Punkt O, der stets beliebig gewählt werden kann, als Pol.

Den Angriffspunkt der das Gleichgewicht haltenden Kraft erhält man somit im Durchschnittspunkte der letzten Seilstrahlen I und V des Seilpolygons. Soll die Resultierende aus den Kräften $P_1 - P_4$ bestimmt werden, so ist die Kraft a e mit entgegengesetzter Pfeilrichtung anzubringen.

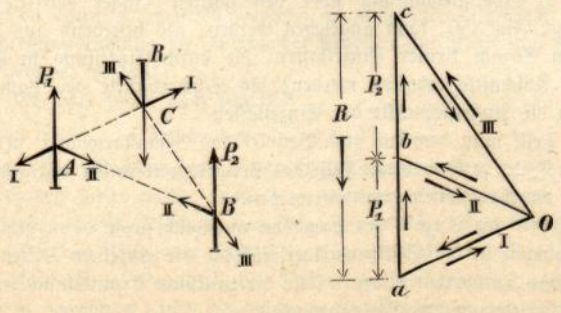
Ganz analog wird man auch z. B. bei nur zwei Kräften P_1 und P_2, Fig. 343, verfahren, indem man wieder bei P_1 die Seitenkraft I beliebig annimmt, die das Gleichgewicht haltende II ermittelt,

Fig. 343.



diese entgegengesetzt gerichtet an P_2 anbringt, und alsdann die das Gleichgewicht haltende Seitenkraft III ermittelt. Der Schnittpunkt C der Seitenkräfte I und III ist dann der Angriffspunkt der das Gleichgewicht haltenden Kraft R, deren Größe und Richtung durch die Schlußlinie a c des Kräfteplanes gegeben ist, Fig. 343, denn die Kräfte bilden auch hier ein geschlossenes Polygon a b c mit gleicher Pfeilrichtung, und die Seitenkräfte I — III, die paarweise auftreten, heben sich gegenseitig auf.

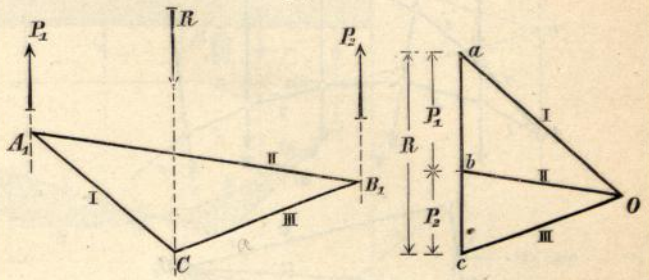
Fig. 344.



Werden die Kräfte P_1 und P_2 parallel, Fig. 344, so geben sie im Kräfteplan eine gerade Linie und fallen zusammen mit der das Gleichgewicht haltenden Kraft R; die Polstrahlen I, II und III gehen wie zuvor von den Punkten a, b und c aus, und der Durchgangspunkt der Schlußkraft R liegt im Schnittpunkt C der äußersten Seilstrahlen I und III.

Ist umgekehrt die Kraft R = a c bekannt, und es sollen die in den Punkten A und B angreifenden und zu R parallelen Kräfte ermittelt werden, Fig. 345, so ziehe man zunächst von dem beliebig gewählten Pol O aus die beiden Polstrahlen a O = I und c O = III,

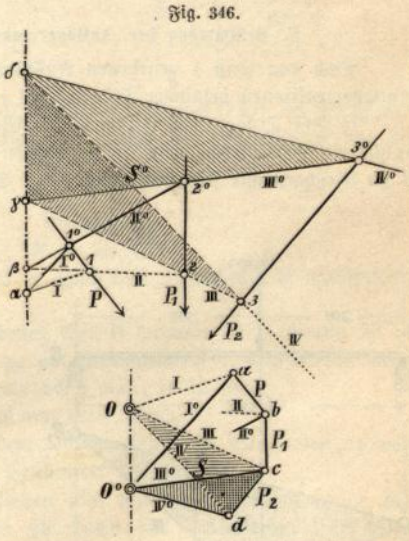
Fig. 345.



ziehe zwischen den Kräften von dem beliebig gelegenen Punkt C aus die Parallelen zu I und II, verbinde die Schnittpunkte A_1 und B_1 und ziehe im Kräfteplan O b = II, so giebt die Strecke a b zunächst dem Polstrahl I die in A angreifende, und b c zunächst dem Polstrahl III die in B angreifende Seitenkraft, deren Größe nunmehr nach dem gewählten Maßstab abgelesen werden kann.

Satz 5. Konstruiert man für eine Anzahl von Kräften aus verschiedenen Polen die entsprechenden Seilpolygone, so liegen die Schnittpunkte der gleichen Seilpolygonseiten auf einer geraden Linie, die zu der Verbindungslinie der beiden Pole parallel ist.

Fig. 346.

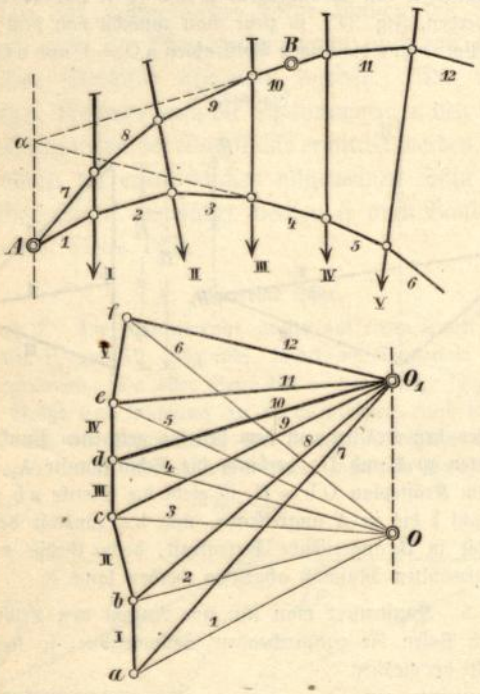


So schneiden sich, Fig. 346, die gleichliegenden Seilpolygonseiten I und I^0 in α, II und II^0 in β, III und III^0 in γ, IV und IV^0 in δ, und die Schnittpunkte $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ liegen in einer Parallelen zu $O O^0$. Denn in den beiden Vierecken $O O^0 d c$ und $\gamma \delta 3^0 3$ sind drei Dreiecke einander ähnlich und fünf entsprechende Seiten einander parallel, nämlich $O c \parallel \gamma 3$, $O^0 d \parallel \delta 3^0$, $d c \parallel 3 3^0$, $O d \parallel \delta 3$ und $O^0 c \parallel \gamma 3^0$. Es muß deshalb $\gamma \delta \parallel O O^0$ sein. Ebenso folgt, daß $\gamma \beta$ und $\beta \alpha \parallel O O^0$ sein müssen, und daß somit die Punkte α, β, γ und δ auf einer zu $O O^0$ parallelen Geraden liegen.

Soll demnach zwischen mehreren beliebig gerichteten Kräften ein Seilpolygon so gezeichnet werden, daß es durch gegebene Punkte A und B gehe, Fig. 347, so zeichne man zunächst von einem beliebigen Pole aus ein Seilpolygon A 1 2 3 4 5 6, ziehe durch A eine beliebige Gerade, am einfachsten eine Lotrechte (oder auch eine Wagrechte), verlängere Seilstrahl 4, der unter dem Durchgangspunkt B liegt, bis zum Schnitt α mit dieser Senkrechten, ziehe α B und nunmehr im Kräfteplan $O O_1 \parallel A \alpha$, und durch d — zwischen Kraft III und IV — eine Parallele zu α B, so ist der Schnittpunkt O_1 der

beiden Linien der Pol für ein neues Seilpolygon, das durch die angenommenen Punkte A und B hindurchgehen muß.

Fig. 347.

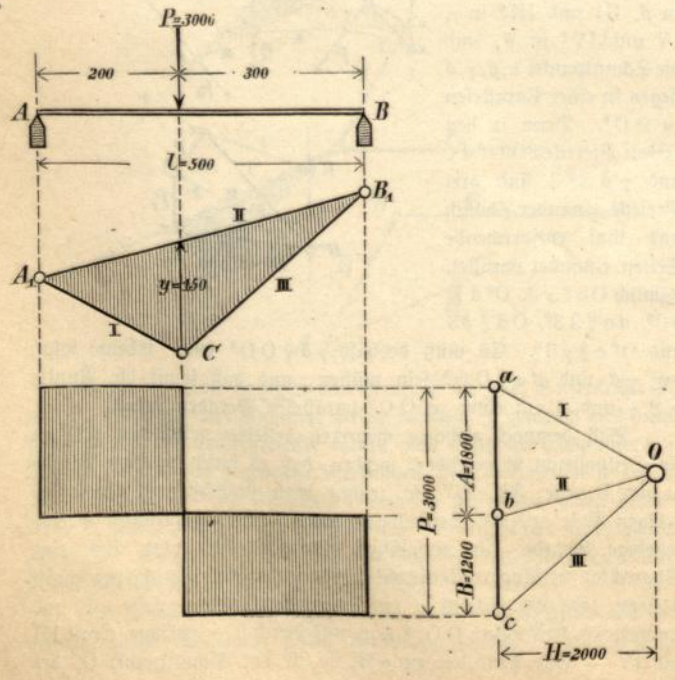


B. Bestimmung der Auflagerreaktionen.

Nach den Satz 4 gegebenen Ausführungen können die Auflagerreaktionen belasteter Träger leicht ermittelt werden.

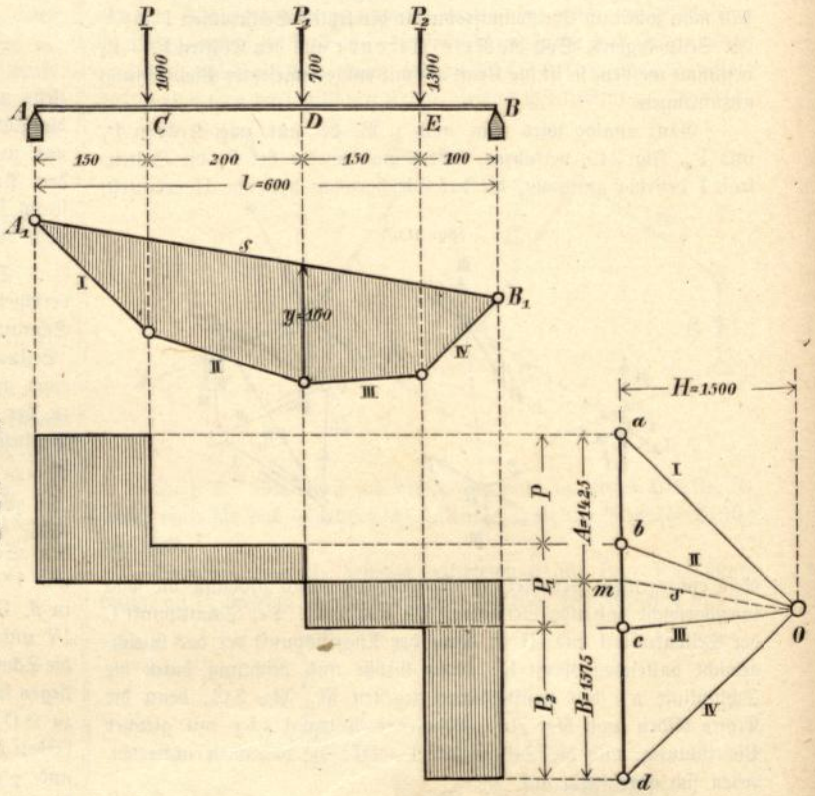
1) Der Träger A B sei durch die Einzellast P belastet, welche mit den lotrecht aufwärts gerichteten Reaktionen A und B im Gleichgewichte sein muß, Fig. 348. Man trage P nach einem beliebigen Maßstab auf der Kraftlinie a c auf, nehme Pol O beliebig, ziehe die Seilstrahlen O a und O c, und parallel hierzu von dem beliebigen Punkt C auf der verlängerten P die Parallelen I und III, ziehe die Verbindungslinie II der Schnittpunkte A_1 und B_1 und im Kräfteplan parallel hierzu O b, so teilt diese Linie die Strecke P, und a b zunächst dem Seilstrahl I wird = Reaktion A, und b c zunächst dem Seilstrahl III = Reaktion B, deren Größen nach dem Maßstab abgelesen werden können. (Über die Vertikalkraftfläche siehe § 10 D.)

Fig. 348.



2) Der Träger A B, Fig. 349, sei durch mehrere Einzellasten P, P_1 P_2 belastet; man trage die Kräfte auf eine Kraftlinie nach a b + b c + c d, nehme Pol O beliebig, und ziehe I ∥ O a, II ∥ O b, III ∥ O c, IV ∥ O d, und s ∥ A_1 B_1, so wird a m zunächst Seilstrahl I = Reaktion A, und d m zunächst Seilstrahl IV = Reaktion B.

Fig. 349.



3) Eine gleichförmig über den ganzen Träger verteilte Belastung, Fig. 350, kann angesehen werden, als bestehend aus einer großen Anzahl kleiner Einzellasten, die durch Einteilung in gleich große Abschnitte erhalten werden; die Schwerpunkte der Lamellen bilden die Angriffspunkte der Einzellasten.

Teilt man demnach zum Beispiel das Gesamtgewicht P in fünf gleiche Teile, so können mit Hilfe des Seilpolygons in der angegebenen Weise die Reaktionen ermittelt werden.

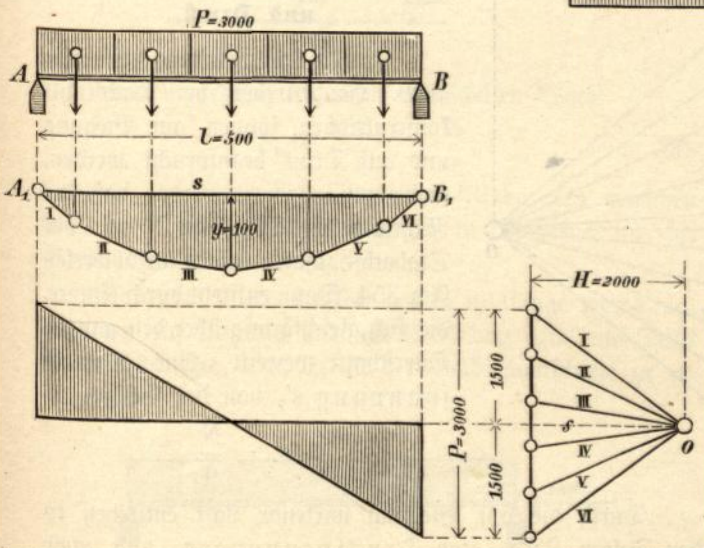
Wird die Anzahl der Lamellen unendlich groß, dann geht das Seilpolygon in die Seilkurve über, für die die einzelnen Seiten des Polygons Tangenten bilden. Für die praktische Ermittelung genügt die Verzeichnung des Seilpolygons.

4) Wenn der Träger nicht an den Enden, sondern z. B. nach Fig. 351 derart unterstützt ist, daß das eine Ende über die Stütze hinausragt, wie dies bei der Konstruktion von Gallerien und Balkonen vorkommt, so werden die Reaktionen in derselben Weise be-

stimmt. Die gleichmäßig verteilte Last betrage 1000 kg pro Meter, woraus sich die in der Figur angegebenen Belastungen ergeben. Man teile die Belastung der Strecke A B z. B. in fünf, und die des freien Endes z. B. in zwei gleiche Teile, zeichne hiernach das Seilpolygon, schneide Strahl I mit der verlängerten A, und Strahl VIII mit der verlängerten B, und ziehe im Kräfteplan s parallel mit der Verbindungslinie $A_1 B_1$, so ergiebt die Strecke a b die Reaktion A = 2100 kg, und die Strecke b c die Reaktion B = 4900 kg.

5) Sind außer den gleichmäßig verteilten Lasten noch Einzellasten vorhanden, Fig. 352, so ist auch in diesem Fall die gleichmäßig verteilte Last in entsprechender Weise in Lamellen einzuteilen, so z. B. die Last auf die Strecke A C in zwei, die Strecke C B in drei, und die Strecke B D in zwei gleiche Teile. Trägt man die so erhaltenen Einzelkräfte wieder der Reihe nach aneinander an, so können die Reaktionen in der vorstehend angegebenen Weise ermittelt werden.

Fig. 350.



C. Bestimmung der Biegungsmomente.

Soll für eine Anzahl beliebig vieler in einer Ebene liegenden Kräfte A, P, P_1 das Moment auf irgend einen in der Kraftebene liegenden Punkt C ermittelt werden, so muß unter Berücksichtigung der Drehungsrichtung die Summe der Produkte aus Kraft mal Hebelarm gebildet werden.

Es wäre somit nach Fig. 353

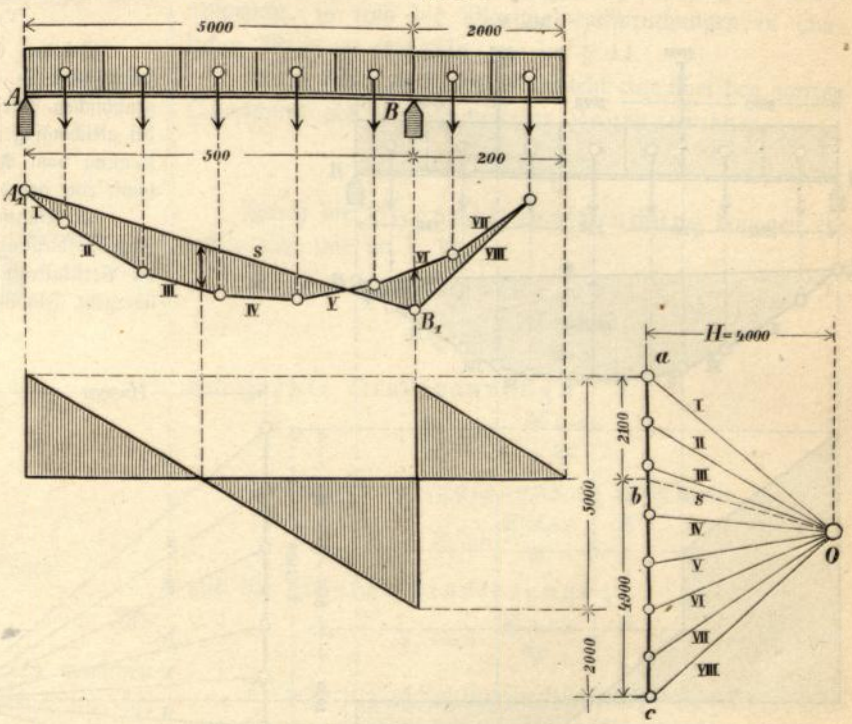
$$M_c = A\,a - P\,.\,p - P_1\,.\,p_1.$$

Dieses Moment kann aber auch erhalten werden aus der Resultierenden dieser Kräfte mal dem normalen Abstande vom Drehpunkte C. Größe, Richtung und Angriffspunkt der Resultierenden R kann aber mit Zeichnung eines Seilpolygons ermittelt werden, indem man die Kräfte A, P und P_1 der Reihenfolge nach anträgt, ein Seilpolygon verzeichnet, und die äußersten Seilstrahlen s und III in D zum Schnitt bringt. D ist dann der Angriffspunkt der Resultierenden R, deren Größe und Richtung durch die Schlußlinie a d des Kräfteplanes gegeben ist; als Resultierende der Kräfte erhält sie entgegenlaufende, also aufwärtsgehende Pfeilrichtung.

Zieht man durch C die Linie E F ∥ R, so giebt r den normalen Abstand der R von C, und es wird mithin

$$M_c = R\,r.$$

Fig. 351.



Das Dreieck D E F ist ähnlich dem Dreieck O a d, da alle Seiten parallel sind. Es verhalten sich mithin die Grundlinien wie die Höhen, d. h.

$$R : y = H : r$$

und hieraus $R\,r = H\,y$

und somit: $M_c = H\,.\,y,$

d. h. das Biegungsmoment ist gleich dem Polabstand H multipliziert mit der Ordinate y.

Da für einen gegebenen Fall H konstant ist, so nimmt M_c ab mit abnehmendem y und zu mit zunehmendem y, und erreicht daher seinen größten Wert M max bei y max; es ist somit

$$M\,max = H\,.\,y\,max.$$

Dabei ist H nach dem Kräftemaßstabe in Kilogramm, y nach dem Längenmaßstabe in Centimeter auszudrücken.

Die Ordinaten y stellen also unmittelbar die Momente dar, und man nennt deshalb die durch das Seilpolygon und dessen Schlußlinie begrenzte Fläche die Momentenfläche.

In dem Beispiel Fig. 349 ist H = 1500 kg angenommen, y max ergiebt sich = 160, und es wird somit

$$M\,max = 1500\,.\,160 = 240000\ \text{kgcm}$$

$$W = \frac{240\,000}{60} = 4000,$$

wonach der Querschnitt nach Tabelle I, Seite 104

= 22/33, 29/29, 24/32.

Ebenso wird im Beispiel Fig. 350

$$M\,max = 2000\,.\,100 = 200000\ \text{kgcm}$$

$$W = \frac{200\,000}{60} = 3333,$$

was einem Querschnitt von 21/31 oder 26/28 entspricht.

D. Bestimmung der Vertikalkräfte.

Wie im § 7 näher ausgeführt wurde, befindet sich das Maximalbiegungsmoment an derjenigen Stelle des Trägers, für die die Vertikalkraft entweder gleich Null ist, oder für die die Vertikalkraft aus dem Positiven plötzlich in das Negative überspringt.

Fig. 352.

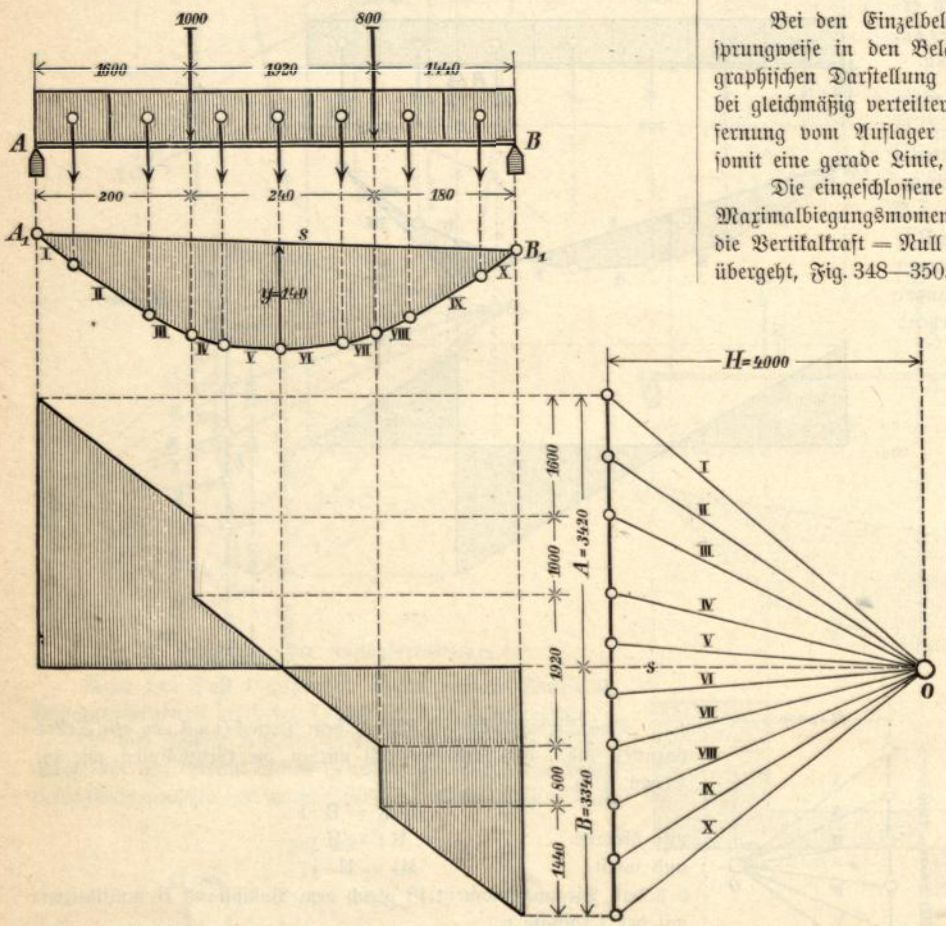
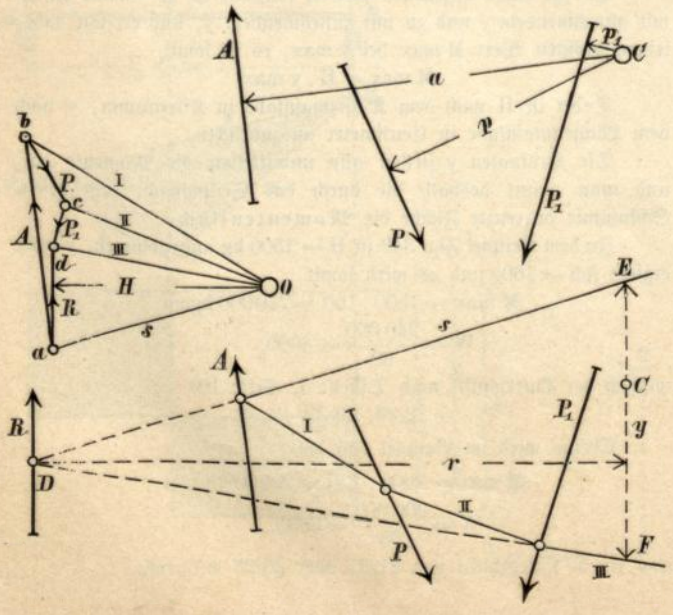


Fig. 353.



Diese Vertikalkräfte lassen sich ebenfalls graphisch darstellen; so ist z. B., Fig. 349, die Vertikalkraft im Punkte A:

$$V_A = A = 1425 \text{ kg}$$

ebenso

$$V_C = A - P = 425 \text{ „}$$
$$V_D = A - (P + P_1) = -275 \text{ „}$$
$$V_E = A - (P + P_1 + P_2) = -1575 \text{ „}$$

Bei den Einzelbelastungen ändert sich somit die Vertikalkraft sprungweise in den Belastungspunkten, und es ergiebt sich bei der graphischen Darstellung eine treppenförmig fallende Linie, während bei gleichmäßig verteilter Last die Vertikalkraft proportional der Entfernung vom Auflager ist, und die graphische Darstellung ergiebt somit eine gerade Linie, Fig. 350.

Die eingeschlossene Fläche heißt Vertikalkraftfläche, und das Maximalbiegungsmoment befindet sich an derjenigen Stelle, an der die Vertikalkraft = Null ist, bezw. aus dem Positiven in das Negative übergeht, Fig. 348—350.

§ 11.

Beanspruchung auf Biegung und Druck.

Einzelne Konstruktionsteile, wie z. B. Hauptstreben bei Dachstuhlkonstruktionen können auf Biegung und auf Druck beansprucht werden, wobei vorausgesetzt werde, daß die Richtung der Druckkraft N mit der Stabachse zusammenfalle (axial wirke), Fig. 354. Dann entsteht durch letztere, die sich gleichförmig über den ganzen Querschnitt verteilt, eine Druckspannung s'_2 von der Größe

$$s'_2 = \frac{N}{q}.$$

Durch die auf Biegung wirkende Last entstehen in den Fasern Zug- und Druckspannungen, und zwar wird die größte Zugspannung

$$s_1 = \frac{M \max}{W}$$

und die größte Druckspannung

$$s_2 = \frac{M \max}{W}.$$

Da die aus beiden Belastungen resultierenden Spannungen senkrecht zum Querschnitt wirken, also gleichgerichtete Kräfte darstellen, so können sie unmittelbar addiert werden, und es wird somit, wenn die Zugspannung positiv, die Druckspannung negativ angenommen wird:

$$S_1 = s_1 - s'_2$$

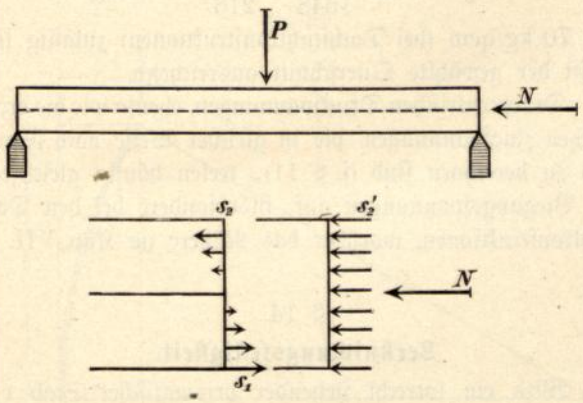
und die größte Druckspannung:

$$S_2 = -s_2 - s'_2.$$

Da bei dem für die Holzkonstruktionen notwendigen symmetrischen Querschnitt $s_1 = s_2$, und daher der absolute Wert der Druckgleichung größer ist, als derjenige der Zuggleichung, so kann der Querschnitt unmittelbar berechnet werden unter Weglassung der negativen Vorzeichen nach der Formel

$$S_2 = s_2 + s'_2,$$

Fig. 354.



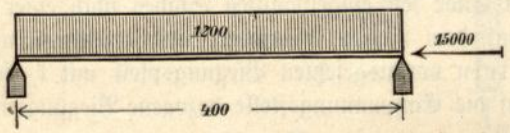
d. h. nach Einsetzung der oben entwickelten Werte

$$S_2 = \frac{M\,max}{W} + \frac{N}{q} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (30)$$

wobei S_2 höchstens den Wert von 70 kg/qcm erreichen darf, da derartige Beanspruchungen in der Regel nur bei Dachstuhlkonstruktionen auftreten.

Beispiel: Ein Balken von 4 m Länge werde mit 1200 kg auf Biegung und mit 15000 kg axial auf Druck beansprucht, Fig. 355; es ist der Balkenquerschnitt zu ermitteln.

Fig. 355.



Es ist:

nach Formel (22): $M\,max = \frac{1200 \,.\, 400}{8} = 60000,$

$N = \ldots\ldots\ldots 15000.$

Die Abmessungen des Balkens werden versuchsweise angenommen: $b = 18,$

$h = 24.$

Dann wird: $W = \frac{b\,h^2}{6} = 1728$

$q = b\,.\,h = 432$

Somit nach Formel (30):

$$S_2 = \frac{60000}{1728} + \frac{15000}{432} = 34 + 35 = 69 \text{ kg}.$$

Dieser Querschnitt ist somit ausreichend.

§ 12.

Beanspruchung auf Biegung und Zug.

Wird ein auf Biegung belasteter Balken außerdem noch durch eine in der Stabachse wirkende Zugkraft beansprucht, so sind die Maximalbeanspruchungen in ähnlicher Weise zu ermitteln, wie im § 11.

Durch die Zugkraft N entsteht eine über den ganzen Querschnitt gleichförmig verteilte Zugspannung

$$s'_1 = +\frac{N}{q}.$$

Durch die Biegungsbeanspruchung dagegen ergeben sich, wie im § 11:

Größte Zugspannung

$$s_1 = +\frac{M\,max}{W}$$

und größte Druckspannung

$$s_2 = -\frac{M\,max}{W}.$$

Die Maximalzugspannung wird somit

$$S_1 = \frac{M\,max}{W} + \frac{N}{q}$$

und die Maximaldruckspannung

$$S_2 = -\frac{M\,max}{W} + \frac{N}{q}.$$

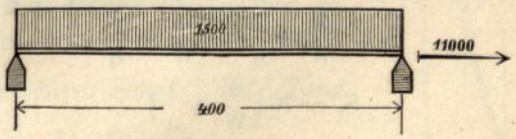
Da bei den Dachstuhlkonstruktionen $S_1 = S_2 = 70$ kg/qcm angenommen wird, und der absolute Wert der Zuggleichung größer wird als derjenige der Druckgleichung, so kann der Querschnitt unmittelbar berechnet werden nach der Formel

$$S_1 = \frac{M\,max}{W} + \frac{N}{q} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (31)$$

(dieselbe Gleichung wie Nr. 30).

Beispiel: Ein Balken von 4,00 m Länge werde mit 1500 kg auf Biegung und mit 11000 kg axial auf Zug beansprucht, Fig. 356; es ist der Balkenquerschnitt zu ermitteln.

Fig. 356.



Es ist nach Formel (22)

$$M\,max = \frac{1500 \,.\, 400}{8} = 75000.$$

Die Abmessungen des Balkens werden versuchsweise angenommen, z. B.

$b = 18,$

$h = 24.$

Dann wird: $W = 1728,$

$q = 432.$

Somit nach Formel (31)

$$S_1 = \frac{75000}{1728} + \frac{11000}{432} = 43 + 26 = 69 \text{ kg}$$

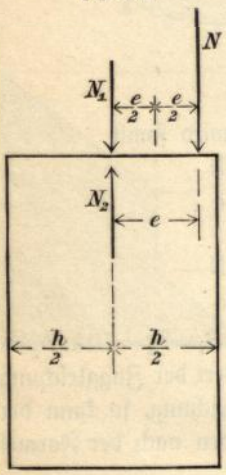
Der Querschnitt ist somit ausreichend.

§ 13.

Der excentrische Druck und Zug.

Bei den Holzkonstruktionen wirken infolge der Art und Weise der Verbindungen die Normalspannungen nicht in der Stabachse, sondern mehr oder weniger außerhalb derselben, wobei sich die Spannungen nicht mehr gleichmäßig über den ganzen Querschnitt verteilen und zugleich Biegungsbeanspruchungen auftreten.

Fig. 357.



Nehmen wir an, die Druckkraft N greife nicht in der Stabachse, sondern in der Entfernung e von derselben an, Fig. 357, so können in der Achse zwei gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete Kräfte $N_1 = N_2 = N$ angebracht werden, wodurch an dem Gleichgewichtszustande nichts geändert wird.

Die axiale Kraft N_1 bringt in dem Querschnitte eine gleichmäßig verteilte Druckspannung

$$S_2 = \frac{N_1}{q} = \frac{N}{q}$$

hervor, wogegen die Kräfte N und N_2 ein Kräftepaar bilden, dessen Biegungsmoment

$$M = N \cdot \frac{e}{2} + N_2 \cdot \frac{e}{2} = N \cdot e \quad . \quad . \quad (31\,a)$$

wird, da $N_2 = N$.

Der excentrische Druck ist somit eine Beanspruchung auf Biegung und Druck, weshalb die Querschnittsermittelung nach § 11, Formel (30), erfolgt. Es wird somit:

$$S_2 = \frac{M}{W} + \frac{N}{q} = \frac{N\,e}{W} + \frac{N}{q} \quad . \quad . \quad (31\,b)$$

oder

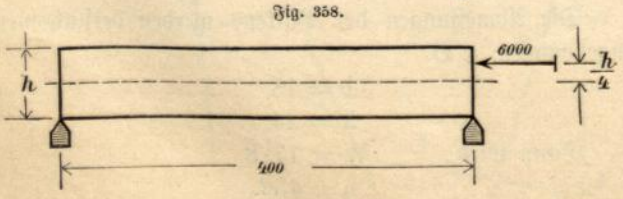
$$S_2 = N\left(\frac{e}{W} + \frac{1}{q}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (32)$$

(s. auch Band I dieses Handbuches, S. 61).

Beispiel: Fig. 358. Es sei $N = 6000$,

$$e = \frac{h}{4},$$

Fig. 358.



wenn h wie bisher die Balkenhöhe bezeichnet. Man nehme versuchsweise: $b = 12$,

$h = 18$.

Dann wird: $q = 216$ qcm

$W = 648$

$e = 4{,}5$ cm.

Somit:

$$S_2 = 6000\left(\frac{4{,}5}{648} + \frac{1}{216}\right) = 68 \text{ kg}.$$

Da 70 kg/qcm (bei Dachstuhlkonstruktionen) zulässig sind, so ist der gewählte Querschnitt ausreichend.

Die excentrischen Druckspannungen, ebenso wie die excentrischen Zugspannungen, die in gleicher Weise nach Formel (32) zu berechnen sind (s. § 11), treten häufig gleichzeitig mit Biegungsspannungen auf, insbesondere bei den Dachstuhlkonstruktionen, worüber das Nähere im Kap. VII.

§ 14.

Zerknickungsfestigkeit.

Wird ein lotrecht stehender prismatischer Stab vom Querschnitt q durch eine Last N gepreßt, so entsteht eine Druckspannung

$$S = \frac{N}{q}.$$

Lange und dünne Stäbe werden nun aber erfahrungsgemäß nicht zerdrückt, sondern sie erfahren unter der Einwirkung der Last N eine Biegung, so daß sie eher zerknickt als zerdrückt werden.

Annäherungsweise kann auf elementarem Wege die zulässige Belastung in folgender Weise ermittelt werden.

Nimmt man an, Fig. 359, daß die Biegung des am unteren Ende fest eingespannten Stabes nach einer Kreislinie mit dem Radius r erfolge, und bezeichnen wir den sehr klein vorausgesetzten Biegungspfeil mit f, so wird das auf die Einspannungsstelle bezogene Biegungsmoment

$$M = N\,f.$$

Da aber nach Formel (6) auch

$$M = W\,S$$

ist, so wird

$$N\,f = W\,S,$$

und hieraus die größte Spannung

$$S = \frac{N\,f}{W}.$$

Da $W = \frac{T}{a}$

so wird $$S = \frac{N\,f\,.\,a}{T} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha)$$

Nach Fig. 359 wird die Verlängerung v eines kurzen Stabstückes von der Länge λ:

$$v = \lambda_1 - \lambda.$$

Es verhält sich aber

$$\lambda : \lambda_1 = r : (r + a)$$

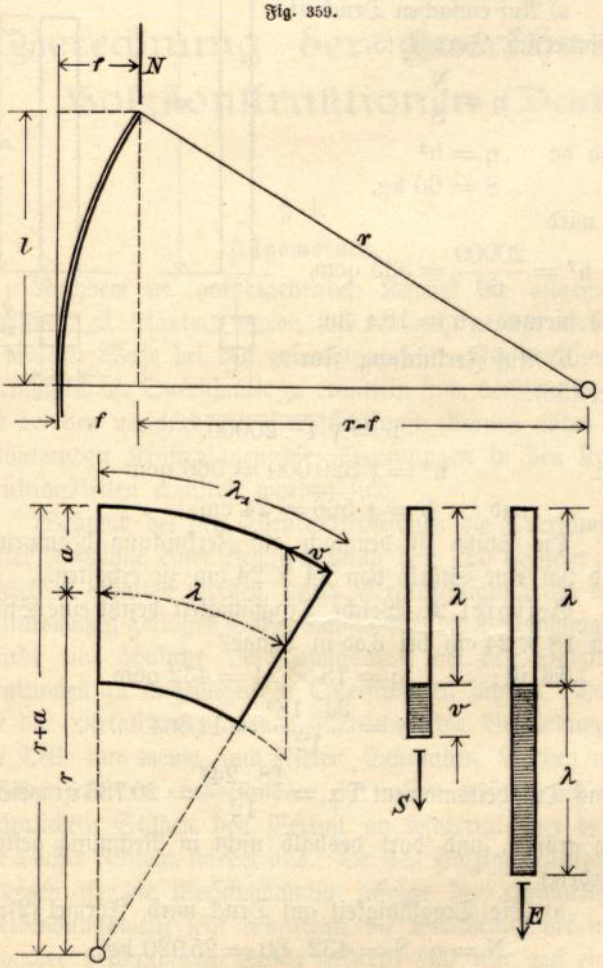
woraus

$$\lambda_1 = \frac{\lambda\,(r + a)}{r}.$$

Somit wird

$$v = \frac{\lambda\,(r + a)}{r} - \lambda = \frac{\lambda\,a}{r}$$

Fig. 359.



Nach Formel (1) wird auch, Fig. 359,

$$v = \frac{S\,\lambda}{E}$$

somit

$$\frac{\lambda\,a}{r} = \frac{S\,\lambda}{E}$$

und hieraus

$$S = \frac{a\,E}{r} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (\beta)$$

Nach Fig. 359 wird:

$$r^2 = l^2 + (r - f)^2$$

und hieraus

$$r = \frac{l^2}{2\,f} + \frac{f}{2}.$$

Der Wert von $\frac{f}{2}$ ist gegenüber dem sehr großen Wert von $\frac{l^2}{2\,f}$ verschwindend, und kann ohne Fehler vernachlässigt werden, so daß wird

$$r = \frac{l^2}{2\,f}.$$

Setzt man diesen Wert in Gleichung β, dann wird

$$S = \frac{a\,E\,.\,2\,f}{l^2},$$

und somit unter Berücksichtigung von Gleichung (α)

$$\frac{a\,E\,.\,2\,f}{l^2} = \frac{N\,.\,f\,.\,a}{T}$$

woraus

$$N = \frac{2\,E\,T}{l^2}.$$

Diese Last P bildet die Grenzbelastung, und eine Vergrößerung der Last würde auch sofort eine Vergrößerung des Biegungspfeiles hervorrufen, weshalb als wirkliche Tragfähigkeit bei den Konstruktionen nur ein gewisser Teil, allgemein $\frac{1}{n}\,N$ zugelassen werden darf, woraus sich ergiebt

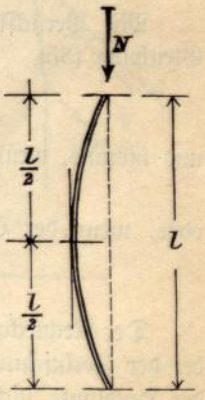
$$N = \frac{2\,E\,T}{n\,l^2}.$$

Die genauere Theorie liefert ein etwas größeres Ergebnis, und zwar

$$N = \frac{5\,E\,T}{2\,l^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (33)$$

Sind die Enden des Stabes frei aufstehend, aber so verbunden, was bei jeder guten Konstruktion der Fall ist, daß sie stets in der Stabachse geführt werden, Fig. 360, so wird die Biegungskurve symmetrisch in Bezug auf die Mitte, und man kann sich den Stab in zwei an dem einen Ende lotrecht eingespannte, am anderen Ende freie Teile zerlegt denken, deren Länge $\frac{l}{2}$ ist. Dann wird die Tragfähigkeit

Fig. 360.



$$N = \frac{5\,E\,T}{n\,.\left(\frac{l}{2}\right)^2}$$

d. i.

$$N = \frac{10\,E\,T}{n\,l^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (34)$$

und hieraus bei gegebener Last das Trägheitsmoment des Querschnittes

$$T = \frac{n\,l^2\,N}{10\,E} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (35)$$

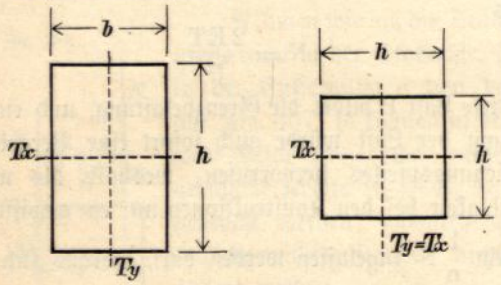
Bei den Baukonstruktionen ist im allgemeinen nach Formel (34) und (35) zu rechnen, da fest eingespannte Konstruktionsstäbe nur selten vorkommen, und bei jeder guten Konstruktion angenommen werden darf, daß die Stabenden infolge der Verbindungen seitliche Ausbiegungen nicht erfahren, sondern stets in der Stabachse geführt werden.

Für die Holzkonstruktionen wird fast ausschließlich Kiefern- und Tannenholz verwendet, für welche anzunehmen ist:

$$n = 10$$
$$E = 120000.$$

Bezüglich des Trägheitsmomentes ist zu beachten, daß der Rechteckquerschnitt, Fig. 361, zwei verschieden große

Fig. 361.



Trägheitsmomente, Tx und Ty, besitzt, und daß sich der Stab unter der Einwirkung der Last nicht nach der Hochkante, sondern nach der Schmalkante durchbiegt. Es ist somit das kleinere der beiden Trägheitsmomente in Rechnung zu stellen, d. i.

$$T = \frac{h\,b^3}{12}.$$

Mit Berücksichtigung dieser Werte ergiebt sich aus Gleichung (35)

$$\frac{h\,b^3}{12} = \frac{10 \cdot l^2 \cdot N}{10 \cdot 120000},$$

und hieraus, wenn die Länge l in Meter eingesetzt wird

$$h\,b^3 = l^2 N \quad \ldots\ldots \quad (36)$$

oder, wenn der Querschnitt gegeben ist, die Tragfähigkeit

$$N = \frac{h\,b^3}{l^2} \quad \ldots\ldots \quad (37)$$

Der Rechteckquerschnitt ist ökonomisch unvorteilhaft, da bei der Zerknickungsbeanspruchung die Tragfähigkeit nach der Hochkante nicht ausgenutzt wird, und hier also überflüssiges Material vorhanden ist. Es empfehlen sich deshalb nur solche Querschnitte, die zu zwei sich rechtwinkelig schneidenden Achsen symmetrisch sind; bei den Holzkonstruktionen ist dies insbesondere der quadratische Querschnitt, für den b = h wird, Fig. 361. Dann ist nach Gleichung (36)

$$h^4 = l^2 N$$

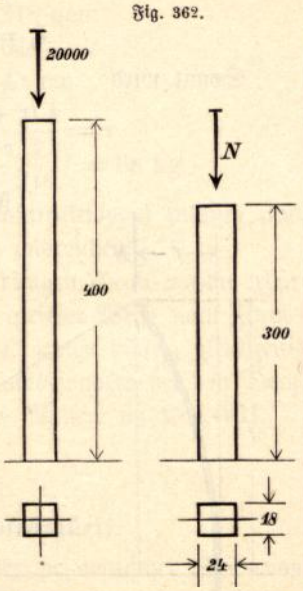
und hieraus

$$h = \sqrt[4]{l^2 N} \quad \ldots\ldots \quad (38)$$

und bei gegebenem Querschnitt die Tragfähigkeit

$$N = \frac{h^4}{l^2} \quad \ldots\ldots \quad (39)$$

Fig. 362.



Beispiel 1: (Fig. 362.) Eine quadratische Stütze von 4 m Höhe habe 20000 kg zu tragen; es ist der Querschnitt zu ermitteln.

a) Auf einfachen Druck ist erforderlich, Formel (3):

$$q = \frac{N}{S}$$

und da $q = h^2$

$S = 60$ kg,

so wird

$$h^2 = \frac{20000}{60} = 333 \text{ qcm},$$

und hieraus $h = 18{,}5$ cm.

b) Auf Zerknickung, Formel (38):

$$h = \sqrt[4]{4^2 \cdot 20000},$$

d. i.

$$h^2 = \sqrt{320000} = 566 \text{ qcm}$$

und

$$h = \sqrt{566} = 24 \text{ cm}.$$

Die Stütze ist demnach auf Zerknickung beansprucht und hat eine Stärke von 24×24 cm zu erhalten.

Beispiel 2: Welche Tragfähigkeit besitzt eine Stütze von 18×24 cm bei 3,00 m Länge?

Es ist:

$$q = 18 \times 24 = 432 \text{ qcm},$$

$$Ty = \frac{24 \cdot 18^3}{12} = 11664.$$

(Das Trägheitsmoment $Tx = \frac{18 \cdot 24^3}{12} = 20736$ ist wesentlich größer, und darf deshalb nicht in Rechnung gestellt werden.)

a) Die Tragfähigkeit auf Druck wird, Formel (2):

$$N = q \cdot S = 432 \cdot 60 = 25920 \text{ kg};$$

b) auf Zerknickung, Formel (37):

$$N = \frac{h\,b^3}{l^2} = \frac{24 \cdot 18^3}{3^2} = 15552 \text{ kg}.$$

Hiernach darf der Pfosten nur mit circa 15500 kg belastet werden.

Ein quadratischer Pfosten von 21×21 cm Stärke hat annähernd denselben Querschnitt wie der vorstehend berechnete rechteckige (441 gegen 432 qcm); er würde aber tragen können:

$$N = \frac{21^4}{3^2} = 21600 \text{ kg},$$

woraus sich unmittelbar ergiebt, wie unvorteilhaft der rechteckige Querschnitt bei Zerknickungsbeanspruchung ist.

Siebentes Kapitel.

Berechnung der Querschnitte bei den zusammengesetzten Holzkonstruktionen (Dachstuhlkonstruktionen u. s. w.).

§ 1.

Allgemeines.

Nachdem im vorhergehenden Kapitel der allgemein statische Teil erläutert wurde, soll nunmehr gezeigt werden, in welcher Weise bei den zusammengesetzten Konstruktionen thatsächlich die Querschnitte zu ermitteln sind, nachdem durch die bei den verschiedenen Dachstuhlkonstruktionen näher zu erläuternden Kräftepläne die Spannungen in den Konstruktionsteilen ermittelt worden sind.

Während bei den Eisenkonstruktionen die Querschnitte unter Annahme einer Beanspruchung von 750 kg/qcm unmittelbar erhalten werden, unter Berücksichtigung der verhältnismäßig geringen Schwächung durch die Verbindungen, würde eine ähnliche Berechnungsweise bei den Holzkonstruktionen zu ungenügenden Querschnitten führen. Denn bei den Metallkonstruktionen schwächen die Verbindungen die Teile nur wenig, und Nieten, Schrauben, Laschen und Bänder gleichen insbesondere bei allen auf Druck beanspruchten Stäben den Verlust an Material, der durch die Löcher entsteht, wieder aus. Bei den Holzkonstruktionen dagegen ist die Verschwächung infolge der eigenartigen Verbindungsweise sehr bedeutend, die Berührung der miteinander verbundenen Stücke erstreckt sich nur auf einen Teil des Querschnittes, und die Übertragung der Spannungen erfolgt in der Regel nicht in der Stabachse. Dadurch, und auch durch die Verkrümmungen, denen die Hölzer mehr oder weniger unterworfen sind, entstehen Nebenspannungen, wodurch die Abmessungen der Querschnitte wesentlich vergrößert werden. Infolgedessen wird der Unterschied der Querschnitte bei Holz- und bei Eisendachstühlen beträchtlicher, als dies nach dem Verhältnis der Festigkeiten der beiden Materialien der Fall sein sollte.

Im Folgenden sollen die verschiedenen vorkommenden Fälle untersucht werden, wobei durchweg für die Beanspruchung des Holzes 70 kg/qcm angenommen sind, wie dies bereits im Kapitel VI als zulässig angegeben wurde.

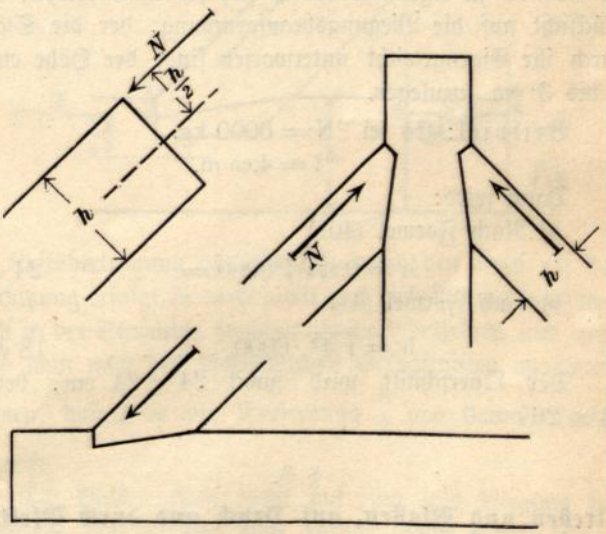
§ 2.

Streben und sonstige Konstruktionshölzer, auf Druck, bezw. Zerknickung beansprucht.

Wirkt die Spannung in der Stabachse, so erfolgt die Querschnittsbestimmung nach den Formeln (3) und (38).

Infolge der eigenartigen Verbindungsweise, die in der Regel durch Zapfen und Versatzungen erfolgt, Fig. 363,

Fig. 363.



wirken aber die Spannungen nicht in der Achse, sondern excentrisch, mehr oder weniger weit von der Achse entfernt, meistens ganz nahe der oberen oder der unteren Fläche, wodurch Biegungsbeanspruchungen entstehen, und der Stab somit auf Druck und auf Biegung nach Formel (32) berechnet werden muß, d. h.

$$S = N\left(\frac{e}{W} + \frac{1}{q}\right) = 70 \text{ kg}.$$

Man nehme den ungünstigsten Fall, wonach die Spannung im Rande wirke, dann wird $e = \frac{h}{2}$, und da bei quadratischem Querschnitt

$$W = \frac{h^3}{6}$$

und $q = h^2$

wird, so ist

$$70 = N\left(\frac{h}{2} \cdot \frac{6}{h^3} + \frac{1}{h^2}\right) = \frac{4P}{h^2}.$$

Berücksichtigt man, daß besonders die dünneren und längeren Streben häufig nicht gerade, sondern mehr oder weniger gekrümmt sind, wodurch sich der Biegungspfeil nochmals vergrößern kann, so empfiehlt sich zur größeren Sicherheit ein Zuschlag von circa 50 Proz. zu obigem Werte, d. h. man nehme:

$$70 = \frac{6N}{h^2}$$

woraus $$h = 0{,}294\sqrt{N} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (40)$$

Auf Zerknickung bei axialer Beanspruchung wäre dagegen erforderlich nach Formel (38)

$$h = \sqrt[4]{l^2 N} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (41)$$

Der Querschnitt ist nach beiden Formeln zu berechnen, und der größere der beiden Werte ist dann der Ausführung zu Grunde zu legen, wobei es sich jedoch empfiehlt, mit Rücksicht auf die Biegungsbeanspruchung, der die Stäbe durch ihr Eigengewicht unterworfen sind, der Höhe etwa 2 bis 3 cm zuzulegen.

Beispiel: Es sei $N = 6000$ kg,
$l = 4{,}00$ m.

Dann wird:

a) Nach Formel (40)

$$h = 0{,}294\sqrt{6000} = \quad . \quad . \quad . \quad 24 \text{ cm}$$

b) nach Formel (41)

$$h = \sqrt[4]{4^2 \cdot 6000} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 18 \text{ cm}.$$

Der Querschnitt wird somit 24×24 cm, bezw. 24×26 cm.[1])

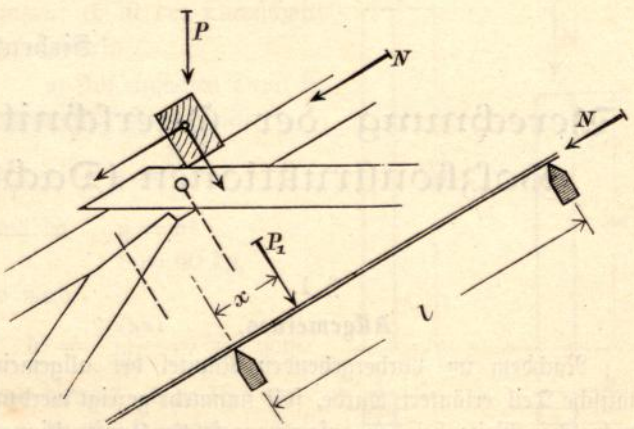
§ 3.

Streben und Pfosten, auf Druck und durch Pfetten gleichzeitig auf Biegung beansprucht.

Vielfach liegen, insbesondere bei den größeren Konstruktionen, die Pfetten unmittelbar auf den Streben.

Wenn nun auch die Pfetten nahe an den Knotenpunkten liegen, so nahe, als dies bei den meisten Konstruktionen möglich ist, so ist doch ein vollständiges Zusammenfallen der Pfettenlast mit dem Knotenpunkte in den wenigsten Fällen zu erreichen, so daß stets mehr oder weniger große Biegungsbeanspruchungen in der Strebe hervorgerufen werden.

Fig. 364.



Es bezeichne, Fig. 364,

P die lotrecht wirkende Pfettenlast,

P_1 die Normalkomponente zur Strebenrichtung,

l die Entfernung der Knotenpunkte,

x die Entfernung der P_1 vom nächstgelegenen Knotenpunkte, dann wird, nach Formel (18) das Maximalbiegungsmoment M im Angriffspunkt der P_1

$$M = \frac{P_1(l-x)}{l} \cdot x = \left(P_1 - \frac{P_1 x}{l}\right) x.$$

Nimmt man für x nur den geringen Wert $= \frac{l}{7}$

dann wird $$M = \frac{6 P_1 l}{49} = \sim \frac{P_1 l}{8}$$

d. h. so groß, wie wenn die Last P_1 gleichmäßig über die Trägerlänge verteilt wäre, s. Formel (22).

Wird aber x größer, wie dies thatsächlich vielfach der Fall ist, z. B. $x = \frac{l}{5}$, dann wird

$$M = \frac{P_1 l}{6}.$$

Hieraus ergiebt sich, daß stets eine gewisse Biegung in Rechnung gestellt werden muß, auch dann, wenn die Pfetten nahe an den Knotenpunkten liegen, und daß es zum mindesten ratsam ist, die Normalkomponente der Pfettenlast als gleichmäßig verteilte Last zwischen den Knotenpunkten in Rechnung zu stellen. Da der Wert P_1 in den meisten Fällen nicht wesentlich von der Last P abweicht, so empfiehlt es sich sogar, die Pfettenlast P selbst zu Grunde zu legen, vornehmlich bei Anordnungen wie Fig. 364,

1) Die Querschnitte lassen sich wesentlich einfacher feststellen aus graphischen Tabellen, in die die Werte der beiden Formeln übersichtlich eingetragen sind. Siehe „Graphische Tabellen zur Bestimmung der Querschnitte bei Holz- und Eisenkonstruktionen" von Dr. Warth, Verlag von J. M. Gebhardt, Leipzig 1899.

da hier die Entfernung x den Wert von $\frac{l}{7}$ in der Regel übersteigt, und es wird daher:

$$M = \frac{P \cdot l}{8}.$$

Bezeichnet S_a die Biegungsspannung pro Quadratcentimeter, dann wird auf Biegung nach Formel (7), Seite 103,

$$W = \frac{M}{S_a} = \frac{P \cdot l}{8\, S_a},$$

und hieraus $S_a = \frac{P\, l}{8\, W}$

und da $W = \frac{b\, h^2}{6}$,

so wird $S_a = \frac{P \cdot l}{8} \cdot \frac{6}{b\, h^2} = \frac{3\, P \cdot l}{4\, b\, h^2}$.

Die Strebe wird außerdem auf Druck beansprucht durch die aus den Kräfteplänen zu ermittelnde Normalspannung N, die infolge der Verbindungsweise nicht in der Achse wirkt, sondern mehr oder weniger an die obere Fläche der Strebe rückt. Man wird bei dieser kombinierten Beanspruchung aber nicht den ungünstigsten Fall zu Grunde legen dürfen, sondern es wird erfahrungsgemäß genügen, anzunehmen, daß der Abstand $^1/_4$ der Höhe h von der oberen Fläche betrage. Dadurch entstehen aber wieder Biegungsspannungen, und es wird nach Formel (31 b)

$$S_b = \frac{M}{W} + \frac{N}{q}.$$

Es ist aber nach Formel (31 a), da $e = \frac{h}{4}$

$$M = N \cdot \frac{h}{4}$$

$$W = \frac{b\, h^2}{6}$$

$$q = b\, h$$

somit $$S_b = \frac{N \cdot \frac{h}{4}}{\frac{b\, h^2}{6}} + \frac{N}{b\, h} = \frac{5\, N}{2\, b\, h}.$$

Es ergiebt sich hiernach die Gesamtspannung in der Strebe

$$S = S_a + S_b, \text{ d. h. da } S = 70$$

$$70 = \frac{3\, P\, l}{4\, b\, h^2} + \frac{5\, N}{2\, b\, h} \quad \ldots \quad (42)$$

Beispiel: Es sei $P = 1000$ kg
$l = 4$ m $= 400$ cm
$N = 6000$ kg.

Man nehme versuchsweise einen Strebequerschnitt an, um zu sehen, ob derselbe der Bedingungsgleichung (42) entspricht, wobei ein Rechteckquerschnitt $b = \frac{2}{3} h$ zu empfehlen ist. Also z. B.:

$$h = 22 \text{ und } b = 15,$$

dann wird:

$$S = \frac{3 \cdot 1000 \cdot 400}{4 \cdot 15 \cdot 22^2} + \frac{5 \cdot 6000}{2 \cdot 15 \cdot 22} = 41 + 45 = 86 \text{ kg}.$$

Es sind aber nur 70 kg zulässig, der gewählte Querschnitt ist deshalb zu klein.

Man nehme: $h = 24$, $b = 16$,
dann wird:

$$S = \frac{3 \cdot 1000 \cdot 400}{4 \cdot 16 \cdot 24^2} + \frac{5 \cdot 6000}{2 \cdot 16 \cdot 24} = 32 + 39 = 71 \text{ kg}$$

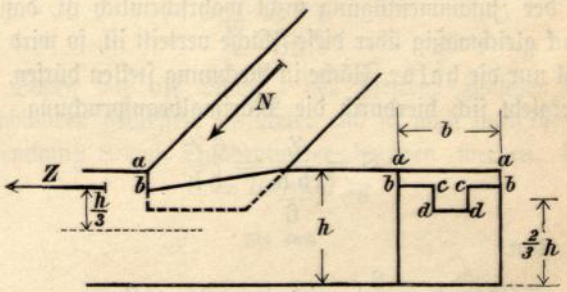
somit ausreichend.[1])

§ 4.

Balken, auf Zug beansprucht.

Die in der Strebe wirkende Pressung N wird auf den Bundbalken übertragen, in dem eine Zugspannung Z gleich der Horizontalkomponente wirksam wird, Fig. 365. Da

Fig. 365.



die Lastübertragung hauptsächlich durch den Kopf a b der Versatzung erfolgt, so wirkt somit auch diese Normalspannung nicht in der Stabachse, sondern oberhalb derselben, und zwar wird man nach den thatsächlichen Verhältnissen annehmen können, daß Z in der Entfernung $\frac{h}{3}$ von der Stabachse angreife.

Der Balken wird somit auf Zug und Biegung beansprucht, und es muß nach Formel (31 b) wieder sein:

$$S = \frac{M}{W} + \frac{Z}{q}.$$

Nun ist nach Formel (31 a), da $e = \frac{h}{3}$

$$M = Z \cdot \frac{h}{3}.$$

W ist zu berechnen für den durch Zapfen und Versatzung geschwächten Querschnitt des Balkens, für den nur

1) Siehe Fußnote Seite 124.

die Abmessungen b und $\frac{2}{3}$ h in Rechnung gestellt werden können, d. h.

$$W = \frac{b}{6} \cdot \left(\frac{2}{3} h\right)^2 = \frac{2 b h^2}{27}.$$

und ebenso $$q = \frac{2}{3} b h.$$

Somit wird

$$S = \frac{Z h}{3} \cdot \frac{27}{2 b h^2} + \frac{3 Z}{2 b h} = \frac{6 Z}{b h}$$

und da S = 70 kg anzunehmen, so wird

$$b h = \frac{6 Z}{70} = \sim \frac{Z}{12} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

Es muß also die Spannung versechsfacht oder es darf als Festigkeitskoeffizient nur 12 kg/qcm zugelassen werden.

Eine andere Betrachtung führt zu demselben Ergebnis: Die Druckübertragung erfolgt vornehmlich auf der Berührungsfläche a b d und der Druck darf 70 kg/qcm nicht übersteigen; die in Betracht kommende Querschnittsfläche a b e d d e b a ist ungefähr $^1/_3$ des ganzen Querschnittes $= \frac{b h}{3}$; berücksichtigt man aber, daß es nach der ganzen Art der Zusammenfügung nicht wahrscheinlich ist, daß der Druck gleichmäßig über diese Fläche verteilt ist, so wird man wohl nur die halbe Fläche in Rechnung stellen dürfen, und es ergiebt sich hierdurch die Maximalbeanspruchung

$$S = \frac{Z}{\frac{b h}{6}} = \frac{6 Z}{b h}$$

wie oben.

Für $b = \frac{2}{3} h$ wird $h = 0{,}35 \sqrt{Z}$ . . . (44)

„ $b = \frac{3}{4} h$ wird $h = 0{,}33 \sqrt{Z}$ . . . (44a)

„ $b = h$ wird $h = 0{,}29 \sqrt{Z}$ . . . (44b)

Beispiel:[1]) Es sei Z = 6000 kg. Dann wird:

Formel (44): $h = 0{,}35 \sqrt{6000} = 28$, b = 19 cm

„ (44a): $h = 0{,}33 \sqrt{6000} = 26$, b = 20 „

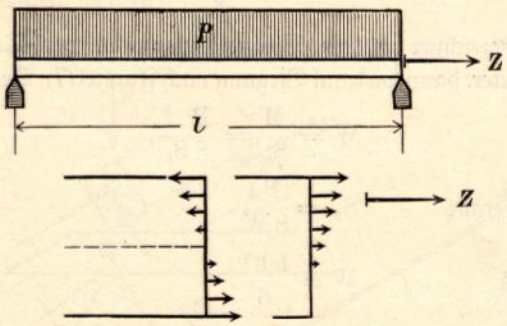
„ (44b): $h = 0{,}29 \sqrt{6000} = 23$, b = 23 „

§ 5.

Balken, welche auf Zug (wie ad 3) und gleichzeitig durch die Deckelast auf Biegung beansprucht werden.

Die Bundbalken, welche die Dachstreben aufnehmen und dadurch Zugspannungen erleiden, sind in der Regel Deckebalken, die durch die Deckelast P, Fig. 366, gleichmäßig auf Biegung beansprucht werden; dadurch erfahren die unteren Fasern Zugspannung, die oberen dagegen Druckspannung, während die letzteren gleichzeitig durch die Spannung Z auf Zug beansprucht werden.

Fig. 366.



Diese beiden Spannungen heben sich aber mehr oder weniger auf, so daß die in den unteren Fasern herrschenden Spannungen die größeren sind. Es genügt deshalb, die so belasteten Bundbalken unter Vernachlässigung der Zugspannung Z einfach nach der gleichmäßig verteilten Deckelast auf Biegung zu berechnen, d. h. nach Formel (23a), wonach wird $b h^2 = 0{,}0125\ P l$.

Sollen die Abmessungen b und h in einem bestimmten Verhältnis stehen, so können die Werte von h unmittelbar berechnet werden; so z. B.

für $b = \frac{2}{3} h$, wird $h = 0{,}267 \sqrt[3]{P l}$ . . (45)

„ $b = \frac{3}{4} h$, wird $h = 0{,}255 \sqrt[3]{P l}$ . . (45a)

„ $b = h$, wird $h = 0{,}235 \sqrt[3]{P l}$ . . (45b)

Beispiel:[1]) Es sei P = 3000 kg
l = 4 m = 400 cm.

Dann wird:

Formel (45): $h = 0{,}267 \sqrt[3]{3000 \cdot 400} = 28$, b = 19 cm

„ (45a): $h = 0{,}255 \sqrt[3]{3000 \cdot 400} = 27$, b = 20 „

„ (45b): $h = 0{,}235 \sqrt[3]{3000 \cdot 400} = 24$, b = 24 „

§ 6.

Zugstangen.

Werden statt der hölzernen Bundbalken eiserne Zugstangen verwendet, wie dies bei den Holzeisenkonstruktionen der Fall ist, so sollte man deren Beanspruchung bei der Rechnung nicht über 600 kg/qcm steigern, da sich unter dem Einfluß der Temperatur die beiden Materialien wesentlich verschieden verhalten, so daß sich infolge des verschiedenen Maßes der Längenänderungen die Spannungen bedeutend vermehren können.

1) Siehe Fußnote Seite 124.

1) Siehe Fußnote Seite 124.

Bezeichnet: Z die Zugspannung,
d den Durchmesser der Stange,

dann wird somit nach Formel (3), da $q = \frac{\pi d^2}{4}$,

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{Z}{600},$$

und hieraus $$d\,\text{cm} = 0{,}047\sqrt{Z} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (46)$$

Beispiel:[1]) Es sei $Z = 7900$ kg,
dann wird

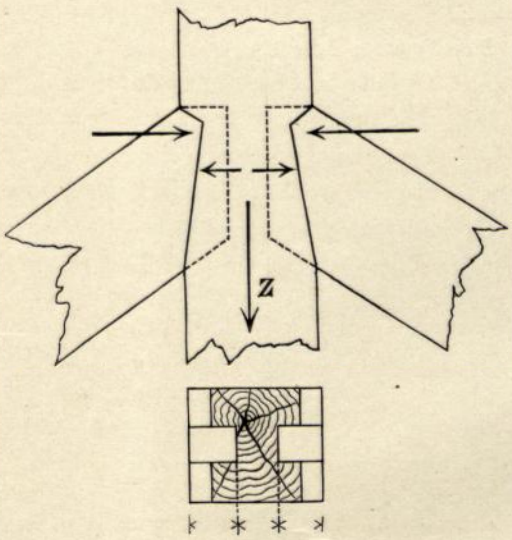
$$d = 0{,}047\sqrt{7900} = 4{,}2 \text{ cm}.$$

§ 7.

Hängesäulen.

Am Kopfe der Hängesäule fallen beide Streben an, und setzen sich mit Zapfen und Versatzung in dieselbe ein, Fig. 367, wodurch der Querschnitt etwa auf die Hälfte verschwächt wird, so daß bei quadratischem Querschnitt, der sich zur

Fig. 367.



Verwendung bei den Hängesäulen empfiehlt, nur mehr $q = \frac{h^2}{2}$ in Rechnung zu stellen ist. Hierzu kommt, daß die Pressungen der Streben gegen die Hängesäulen senkrecht zur Faserrichtung erfolgen, daß die Festigkeit in dieser Richtung aber wesentlich geringer ist als diejenige längs der Faserrichtung, und daß das Holz außerdem gerade in der Querrichtung, also in der Richtung des Druckes schwindet. Um brauchbare Querschnitte zu erhalten, wird es sich deshalb empfehlen, auch hier nur eine Festigkeit von 12 kg/qcm wie beim Zugbalken einzustellen, und es muß somit sein, wenn Z die Zugspannung bezeichnet:

$$\frac{h^2}{2} = \frac{Z}{12}$$

und hieraus $$h = 0{,}4\sqrt{Z} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (47)$$

Hat die Hängesäule noch Gegenstreben aufzunehmen, so ist selbstverständlich die in der Hängesäule wirkende Gesamtspannung in Rechnung zu stellen.

Die Hängesäule muß jedoch mindestens die Breite der anfallenden Streben erhalten; sollte deshalb Formel (47) geringere Werte liefern, so ist das Maß auf die Strebebreite zu erhöhen.

Beispiel:[1]) Es sei $Z = 1600$ kg,
dann wird $h = 0{,}4\sqrt{1600} = 16$ cm.

§ 8.

Pfetten.

Die Dachpfetten sind durch die Deckung, durch Wind und Schnee gleichmäßig belastet, und somit, wenn P diese gleichmäßig verteilte Totallast bezeichnet, zu berechnen nach Formal (22), wonach wird

$$M\,\text{max} = \frac{P\,l}{8}$$

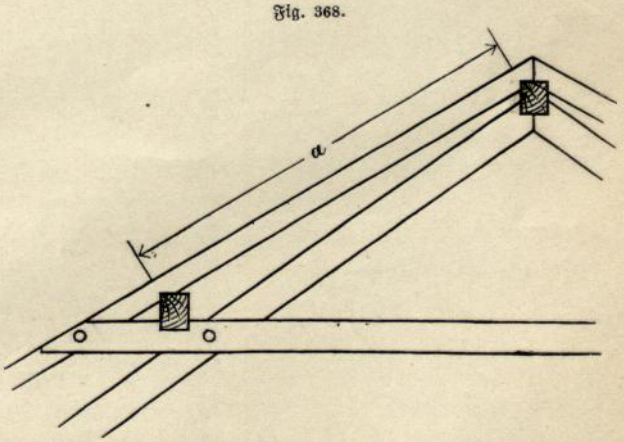
und somit nach Formel (7)

$$W = \frac{P\,l}{8\,S}.$$

Setzen wir die Länge l der Pfetten, zwischen zwei Dachbindern gemessen, in Meter ein, so muß auch die Beanspruchung S auf Quadratmeter bezogen werden, d. h.

$$S = 700\,000 \text{ kg}.$$

Fig. 368.



Bezeichnet ferner (Fig. 368):

p die Dachlast pro Quadratmeter, in der Dachfläche gemessen, in Kilogramm,
a die Pfettenentfernung, in der Dachfläche gemessen, in Meter,
l die Binderentfernung in Meter.

1) Siehe Fußnote Seite 124.

1) Siehe Fußnote Seite 124.

Dann wird

$$P = p \,.\, a \,.\, l, \text{ und somit, da } W = \frac{b\,h^2}{6},$$

$$\frac{b\,h^2}{6} = \frac{p \,.\, a \,.\, l \,.\, l}{8\,.\,700\,000}, \quad \frac{p\,a\,l^2}{8\,.\,700\,000}.$$

Nimmt man den Pfettenquerschnitt rechteckig und am besten $b = \frac{3}{4}\,h$, dann ist

$$\frac{3}{4}\,h \,.\, \frac{h^2}{6} = \frac{p\,a\,l^2}{8\,.\,700\,000}, \text{ und hieraus}$$

$$h\,\text{cm} = 1{,}12\,\sqrt[3]{p} \,.\, \sqrt[3]{a\,l^2} \;.\;.\;.\;. \quad (48)$$

Ebenso wird für $b = \frac{2}{3}\,h$

$$h\,\text{cm} = 1{,}18\,\sqrt[3]{p} \,.\, \sqrt[3]{a\,l^2} \;.\;.\;.\;. \quad (48\,a)$$

Es ist anzunehmen:

Bei Zinkdeckung	. .	$p = 100$ kg
„ Schieferdeckung	.	$p = 125$ „
„ Falzziegeldeckung	.	$p = 125$ „
„ Flachziegeldeckung		$p = 145$ „
„ Doppelziegeldeckung		$p = 165$ „

Beispiel:[1]) Es sei $p = 125$ kg,
$a = 4$ m,
$l = 4$ m.

Dann wird:

bei $b = \frac{3}{4}\,h$

Formel (48): $h = 1{,}12\,\sqrt[3]{125}\,\sqrt[3]{4 \,.\, 4^2} = 22{,}5$ cm
$b = \;.\;.\;17$ cm,

bei $b = \frac{2}{3}\,h$

Formel (48 a): $h = 1{,}18\,\sqrt[3]{125}\,\sqrt[3]{4 \,.\, 4^2} = 24$ cm
$b = \;.\;.\;16$ cm.

Die aus vorstehenden Berechnungen sich ergebenden Abmessungen sind als ausreichend, aber doch als Minimalwerte zu betrachten, die mit Rücksicht auf sachgemäße Verbindung der zusammentreffenden Hölzer manchmal werden vergrößert werden müssen. Jedenfalls sollte man aber bei allen Konstruktionshölzern unter das Maß von 12×12 cm nicht heruntergehen.

1) Siehe Fußnote Seite 124.

Achtes Kapitel.

Die Dächer.

§ 1.

Einleitung.

Der Zweck des Daches ist, das Gebäude gegen die atmosphärischen Niederschläge und deren Einwirkungen zu schützen. Um diesen Zweck zu erreichen, muß das Dach geneigte Flächen besitzen, die undurchdringlich sind für Regen und Schnee, und häufig auch Hitze und Kälte abhalten sollen. Das Deckmaterial, das diese Dachflächen bildet, muß deshalb wetterbeständig, und soll nicht feuergefährlich sein, um die Weiterverbreitung des Feuers bei ausbrechenden Bränden zu verhindern.

Das Dachgerüst, dessen Konstruktion in diesem Kapitel zu behandeln ist, ist zur Aufnahme des Deckmateriales bestimmt, weshalb sich seine Konstruktion nach diesem richten muß, woraus folgt, daß wesentlich verschiedene Deckmaterialien auch verschiedene Konstruktionen des Dachgerüstes bedingen. Dies bezieht sich aber hauptsächlich nur auf diejenigen Teile, die zur unmittelbaren Aufnahme des Deckmateriales bestimmt sind, als Lattungen, Schalungen u. s. w. Die übrigen Konstruktionsteile sind zwar auch, was die Neigung der Dachflächen und die durch das Gewicht der Deckmaterialien bedingten Holzstärken anbelangt, mehr oder weniger von dem Deckmaterial abhängig, doch treten hier noch andere Umstände bedingend auf, so daß oft eine und dieselbe Dachstuhlkonstruktion für verschiedene Deckungsarten anwendbar ist.

Nicht allein in technischer, sondern auch in formaler Beziehung ist das Dach als wesentlicher Teil eines Bauwerkes von großer Bedeutung, da seine Form einen großen Einfluß auf die äußere Erscheinung des Gebäudes ausübt. Bei manchen Gebäudegattungen, als Villen, Schlössern u. s. w., sind die Dachformen nicht gerade als ein Ergebnis der Anlage oder des Grundrisses anzusehen, sondern umgekehrt wird schon bei der Grundform des Gebäudes auf die Dachformen und auf die Wirkung, die man durch sie zu erreichen sucht, Rücksicht genommen.

Ob nun die Beschaffenheit des Deckmateriales oder die Benutzung und Verwertung des Dachraumes oder formale Rücksichten die Form des Daches bestimmen, immer wird es Aufgabe sein, die Konstruktion des Dachgerüstes den statischen Bedingungen entsprechend auszugestalten.

§ 2.

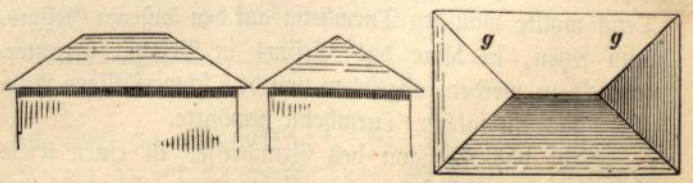
Die Dachformen.

Bezüglich der Form der Dächer müssen wir im allgemeinen solche mit ebenen und solche mit gebogenen Flächen unterscheiden. Ferner solche, die im Grundriß nur ausspringende Winkel zeigen, von denen, bei welchen auch einspringende Winkel vorkommen. Erstere kann man einfache, letztere zusammengesetzte Dächer nennen.

Das Satteldach, die Grundform der Dachbildungen, besteht aus zwei gegeneinander geneigten, sich in einer Firstlinie a, Fig. 369, schneidenden Flächen, die in der Längsrichtung durch die Giebelwände b begrenzt sind. Das Satteldach wird deshalb auch Giebeldach genannt.

Fig. 369.

Fig. 370.



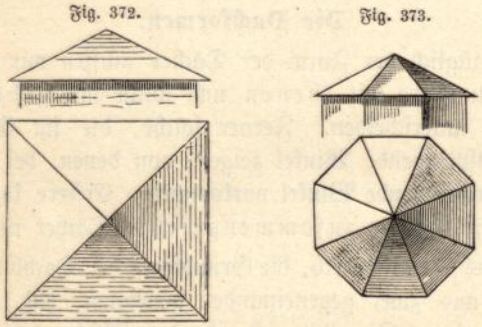
Beim Walmdach, Fig. 370, werden die lotrechten Dachgiebel ebenfalls durch geneigte Dachflächen, die Walmseiten, ersetzt, die sich mit den Langseiten in Gräten g

schneiden. Ein solches Dach heißt ein ganzes Walmdach, wenn die Trauflinien der Lang- und der Walmseiten in einer Horizontalebene liegen, und halbes oder Knüppel-Walmdach, Fig. 371, wenn die Trauflinien der Walmseiten höher, gewöhnlich auf der halben Höhe der Langseiten liegen, von den Dachgiebeln also die unteren Teile noch vorhanden sind. Der Punkt, in dem sich die beiden Gräte und die Firstlinie schneiden, heißt der Anfallspunkt.

Fig. 371.

Beim Zeltdach fallen die beiden Anfallspunkte eines Walmdaches in einen zusammen, die Firstlinie verschwindet, und das Dach nimmt die Gestalt einer Pyramide an, Fig. 372 und 373.

Fig. 372. Fig. 373.



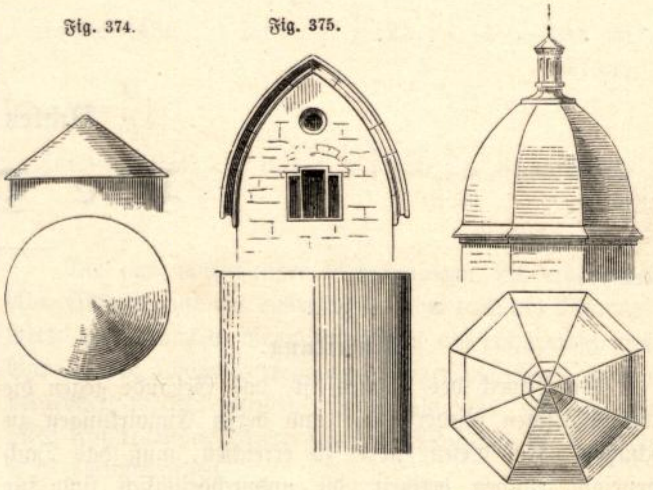
Bei sehr steilen Dachneigungen wird das Zeltdach zum Turm- oder Helmdach, das sehr verschiedene Ausbildung erhalten kann; die wesentlichsten Formen sind auf Tafel 18 dargestellt. Es sind großenteils vier- oder achtseitige Pyramiden, die auf niedrigen, abgestumpften Pyramiden scheinbar aufsitzen, wodurch eine Kranzlinie entsteht, welche man Leistbruch nennt. Diese Bildung ist zum Teil aus konstruktiven und formalen Rücksichten geboten, indem die Hauptpyramide auf der Mauer aufsitzt, und die untere Pyramide das Wasser über den Gesimsrand zu leiten hat. Denn wollte man den Turmhelm auf den äußeren Gesimsrand setzen, so käme das Gesims in Gefahr, heruntergedrückt zu werden, abgesehen von dem schwerfälligen Aussehen, das ein solcher Turmhelm gewährte.

Geht das Polygon des Grundrisses in einen Kreis über, dann verschwinden die Gräte des Zeltdaches und dieses wird zum Kegeldach, Fig. 374.

Dieselbe Entwickelungsreihe ergiebt sich bei gebogenen Dachflächen; das Satteldach heißt dann Bohlen- oder Tonnendach, Fig. 375, das Walmdach Louvredach, und das Zeltdach Dachhaube, oder bei größeren Abmessungen Kuppeldach, Fig. 376 und 377, und Tafel 19, Fig. 6 und 8. Geschweifte Dächer mit zusammengesetzt

Fig. 376.

Fig. 374. Fig. 375.



gekrümmten Dachflächen, Fig. 378 und 379, werden auch Glocken-, Zwiebel- und Kaiserdächer genannt.

Tafel 19 giebt einige reichere Dachaufbauten, bei denen verschiedene Dachformen kombiniert sind.

Fig. 377.

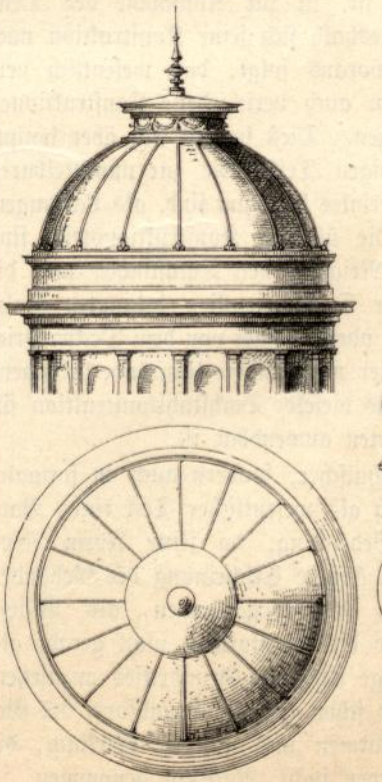
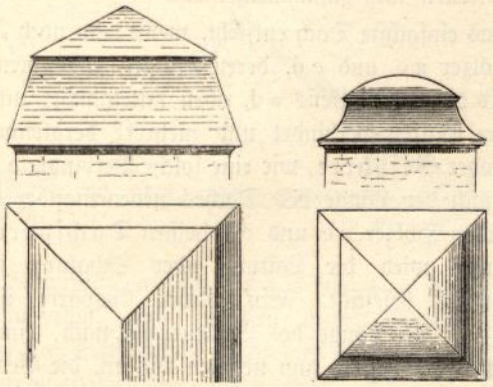


Fig. 378. Fig. 379.

Werden beim Sattel-, Walm- oder Zeltdach die Dachseiten so gebrochen, daß die unteren Teile steiler als die oberen liegen, so heißen solche Dächer Mansardedächer, nach dem französischen Architekten Mansarde (1625 bis 1708), dem Erbauer des Versailler Schlosses, Fig. 380.

Fig. 380.



Sheddächer, Fig. 381 (Sägedächer), sind aus einer beliebigen Anzahl unregelmäßiger Satteldächer zusammengesetzt, und werden zur Bedachung größerer Werkstätten, Ausstellungsgebäuden und dergl. angewendet, wobei gewöhnlich die nach Norden gerichteten, steileren Dachflächen mit Glas eingedeckt werden, wodurch auch den größten Räumen gleichmäßige, ruhige und volle Beleuchtung zugeführt wird.

Fig. 381.

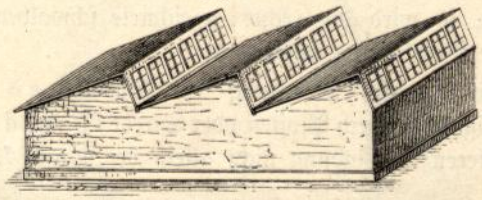
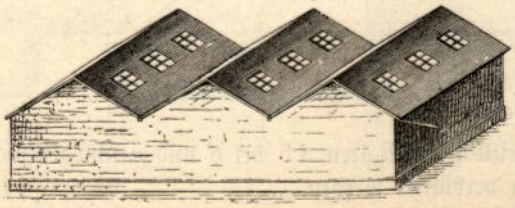


Fig. 382 zeigt das zusammengesetzte Satteldach bei gleichen Dachneigungen, das wie das Sheddach zur Überdeckung größerer Räume gewählt wird, um statt eines großen Dachstuhles mehrere kleinere auszuführen.

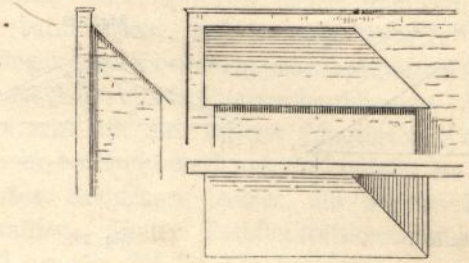
Fig. 382.



Pultdächer, Fig. 383, sind halbe Satteldächer; dieselben können Giebel haben oder abgewalmt sein, wie dies in der Figur angedeutet ist.

Im allgemeinen hat bei diesen Dachformen der Winkel, den die Dachflächen mit dem Horizonte bilden, keinen Einfluß auf die Benennung; doch unterscheidet man flache und steile Dächer. Sind die Neigungen so gering, daß man ohne Unbequemlichkeit auf den Dächern umhergehen kann, so nennt man sie Altandächer oder Terrassendächer.

Fig. 383.



Noch müssen wir einiger Dachbenennungen gedenken, die sich auf die Größe der Neigung der ebenen Dachflächen beziehen, obgleich sie wenig gebräuchlich sind. So nennt man wohl ein Dach, bei welchem die senkrechte Höhe des im Querschnitte eines Satteldaches entstehenden Dreieckes größer als die Grundlinie ist, ein altgotisches Dach, Fig. 384. Ist die Höhe gleich der Grundlinie, so heißt

Fig. 384.

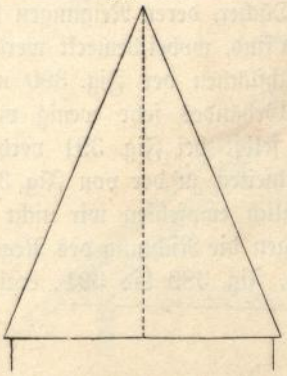


Fig. 385.

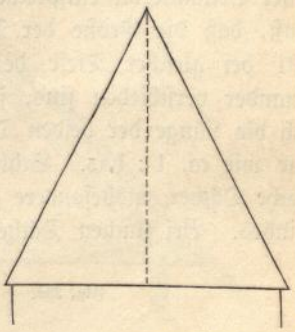


Fig. 386.

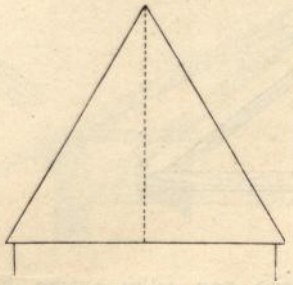
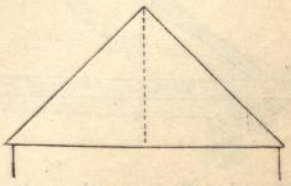


Fig. 387.



das Dach ein altdeutsches, Fig. 385, und ist das entstehende Dreieck ein gleichseitiges, ein altfranzösisches, Fig. 386. Ist endlich die Höhe gleich der halben Grundlinie, so heißt das Dach ein neudeutsches oder ein Winkeldach, Fig. 387. Doch sind, wie schon bemerkt,

diese Benennungen ziemlich außer Gebrauch, und man bezeichnet die Neigung der Dachflächen allgemein durch das Verhältnis der Höhe zur Breite oder „Tiefe“ desselben, wobei man aber immer das Satteldach zu Grunde legt, und spricht daher von einem Drittel-, Viertel- u. s. w. Dache, je nachdem die Höhe $^1/_3$, $^1/_4$ u. s. w. der Tiefe des Daches beträgt. Danach wäre Fig. 388 ein Dritteldach,

Fig. 388.

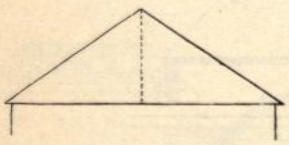


Fig. 389.

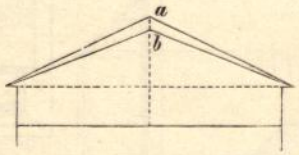


Fig. 390.

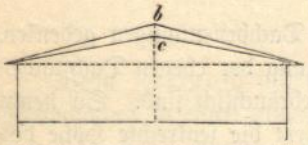


Fig. 391.

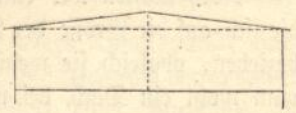


Fig. 389a ein Viertel- und Fig 389b ein Fünftel-Dach, Fig. 390b ein Achtel- und Fig. 390c ein Zwölftel-Dach. Endlich ist in Fig. 391 ein Zwanzigsteldach dargestellt. Die Fig. 387 bis 391 zeigen Dächer, deren Neigungen für unser Deckmaterial entsprechend sind, wobei bemerkt werden muß, daß die Größe der Dachflächen der Fig. 390 und 391 bei gleicher Tiefe des Gebäudes sehr wenig voneinander verschieden sind, ja selbst bei Fig. 391 verhält sich die Länge der beiden Dachseiten zu der von Fig. 388 nur wie ca. 1 : 1,15. Schließlich empfehlen wir nicht zu flache Dächer, insbesondere gegen die Richtung des Regenwindes. Bei flachen Dächern, Fig. 389 bis 391, ergiebt

§ 3.

Dachverbände.

Bevor wir zur Besprechung der verschiedenen Bildungen der Dächer übergehen, seien zunächst, der besseren Übersichtlichkeit wegen, die wesentlichsten Verbände der Dachkonstruktionen kurz zusammengestellt.

Das einfachste Dach entsteht, wenn man nach Fig. 392 zwei Hölzer ac und cd, deren Längen zusammen größer sind, als die des Balkens ad, oben miteinander und unten mit dem Balken verbindet und mehrere dergleichen Gebinde oder Gespärre, wie eine solche Verbindung genannt wird, nach der Länge des Daches nebeneinander aufstellt. Die beiden Hölzer ac und cd heißen Dachsparren und auf ihnen wird die Lattung oder Schalung für das Deckmaterial befestigt. Ein solches Gespärre ist seiner Tiefe, d. i. der Länge des Balkens ad nach, eine unverschiebliche feste Figur, und nehmen wir an, die Verbindung der einzelnen Gespärre unter sich und mit den Giebeln sei ebenfalls eine feste und unverschiebliche, so bildet das Dach ein, auf einer seiner Seitenflächen aufliegendes, dreiseitiges Prisma.

Werden die Sparren ac und bc, Fig. 393, so lang, daß sie sich einzubiegen suchen, so wird diese Einbiegung durch den Riegel de verhindert. Soll dieser bloß eine Aussteifung der beiden Sparren bezwecken, so genügt die links der Figur angedeutete Verzapfung, soll aber außerdem noch ein Verband der Sparrenpunkte d und e erzielt werden, so wird die rechts gezeichnete schwalbenschwanzförmige Verblattung angewendet.

Eine andere Absteifung der Sparren ac und bc zeigt Fig. 394, durch Pfosten oder Strebe fg und de, welche zur festeren Verbindung nicht allein bei d und f, sondern

Fig. 392.

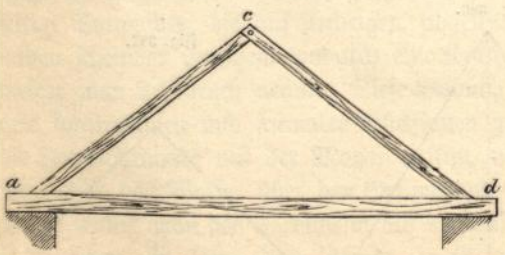
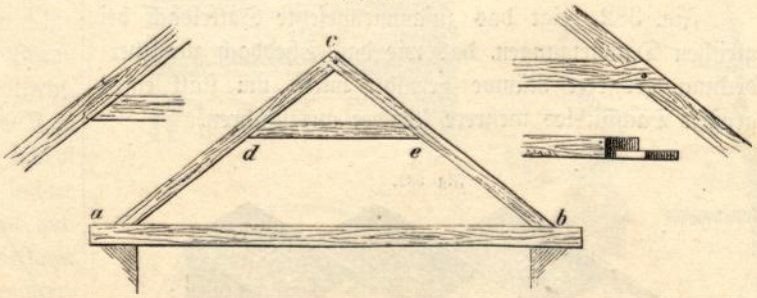


Fig. 393.



sich die Anlage einer Kniewand von selbst, wenn der Speicherraum für Kammern u. s. w. ausgenutzt werden soll, und zwar wird deren Höhe mit der Abnahme der Größe des Neigungswinkels des Daches zunehmen und wird endlich Stockmauer, wenn das Dach ein Terrassendach wird.

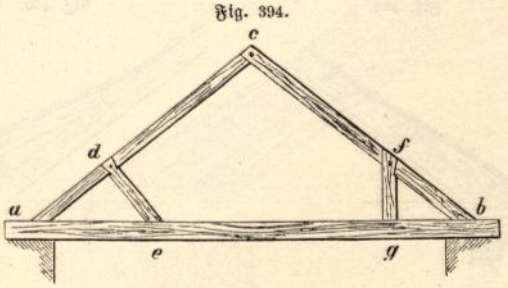
auch seitlich am Balken ab bei e und g schwalbenschwanzförmig verblattet werden.

Diese Absteifung der Sparren, welche insbesondere den steilen mittelalterlichen Dachstühlen angehört, ist in Fig. 395 insofern weiter ausgebildet, als außer den Pfosten de und fg auch noch ein Riegel hi angebracht ist.

Durch diese Anordnung werden die Punkte d und f der Sparren a c und b c unterstützt, während die Punkte h und i versteift und miteinander verbunden werden.

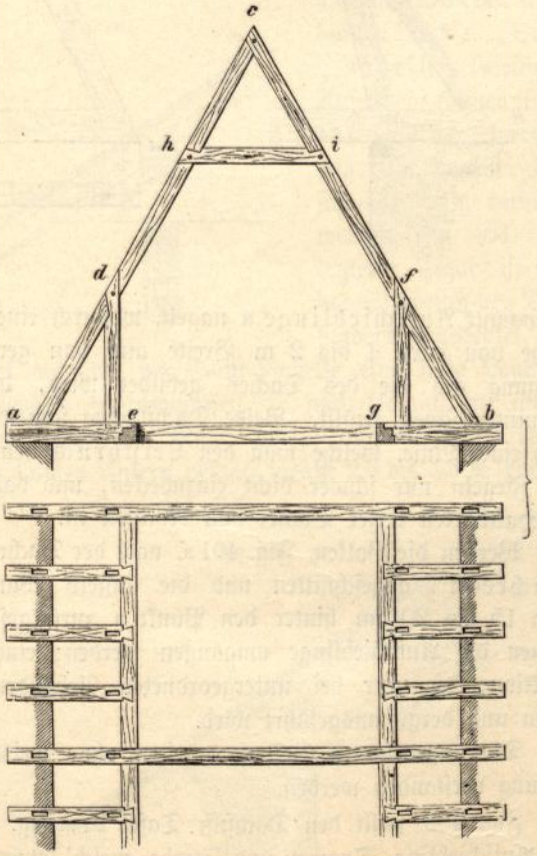
Bei gewölbten Kirchen fand man die Herstellung eines vollständigen Speichergebälkes für überflüssig, weshalb man

Fig. 394.



nur in Entfernungen von circa 3 bis 4 m durchgehende Balken annahm, und zwischen diese Wechsel einlegte, in welche die Stichbalken gegen das Herausziehen mittels schwalbenschwanzförmiger Blattzapfen eingesetzt wurden, wie dies Fig. 395 im Grundriß darstellt.

Fig. 395.



Für steile Dächer, deren Sparrenfüße in Balken eingezapft sind, ist die besprochene Unterstützung und Absteifung der Gespärre, was man den Querverband nennt, ganz besonders geeignet, indem keine starken Hölzer, sondern nur solche von der Stärke der Sparren erforderlich sind, wodurch eine leichte Dachkonstruktion entsteht. Wenn nun auch hier der Querverband nichts zu wünschen übrig läßt, so ist dagegen der Längeverband nur auf den Zusammenhang der Gespärre mittels Lattung oder Schalung beschränkt. Anstatt nun jedes Gespärre für sich zu einer festen unverschieblichen Figur abzubinden, kann man eine andere Konstruktion wählen, welche darin besteht, daß sämtliche Sparren gemeinsame Unterstützung und Befestigung finden auf Hölzern (Pfetten), welche die Richtung der Sparren durchkreuzen. Mit solchen Pfetten wird ein weit besserer Längeverband des Daches erzielt, ist der Holzbedarf und Arbeitslohn ein geringerer, sowie das Aufschlagen leichter, als wie bei der älteren Konstruktion. Solche Dachkonstruktionen einfachster Art sind in den Fig. 396 bis 398 dargestellt, wobei die oberste

Fig. 396.

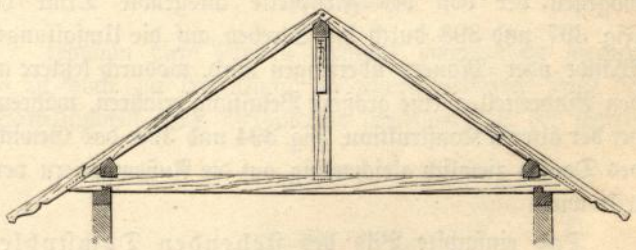


Fig. 397.

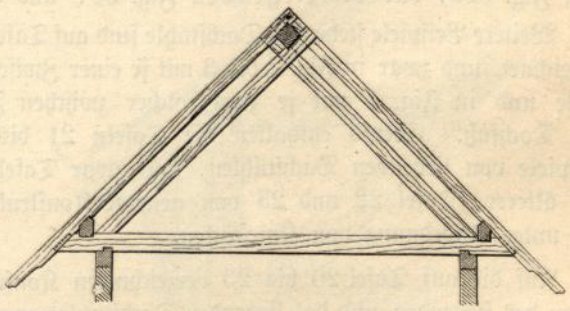
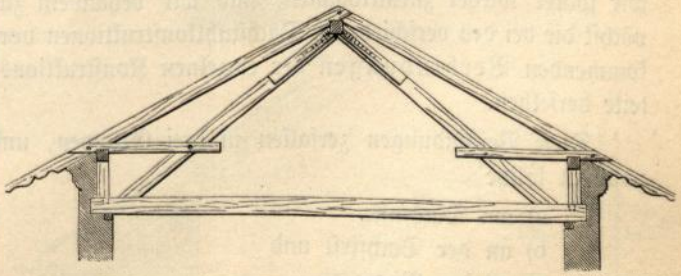


Fig. 398.



Pfette Firstpfette, die beiden unteren Sattelschwellen genannt werden. Die Pfetten, welche bei größerer Sparrenlänge, als bei obenstehenden Figuren, zwischen Firstpfette und Sattelschwelle zu liegen kommen, heißen Zwischenpfetten. Während die ältere Konstruktion, Fig. 395, sich vorzugsweise für steile Dächer eignet, deren Sparren unten

in Balken eingezapft sind, eignet sich die Anlage von Pfetten ganz besonders für Dächer mit sogenannten Kniewänden oder Knieſtöcken, Fig. 398.

Hat die Firſtpfette außer den Endunterſtützungen auf Giebelmauern noch eine oder mehrere Zwiſchenunterſtützungen, je nach der Länge des Daches, nötig, ſo entſteht der Bund, Binder, Dachbinder. Dieſer iſt in der einfachſten Weiſe bei Fig. 396 bloß aus einem Pfoſten, Bundpfoſten, mit zwei Bügen gebildet, während er bei Fig. 397 aus zwei Streben und bei Fig. 398 aus dieſen nebſt vier Bügen und zwei Zangen zur Feſtſtellung der Sattelſchwellen beſteht. Die Entfernung der Binder voneinander beträgt circa 3 m; wird jedoch die Firſtpfette, wie bei Fig. 396 und 398 noch durch Büge oder Kopfbänder geſtützt, ſo kann man die Binder auf 5 m entfernt anordnen. Bei Fig. 396 hat der Balken, beziehungsweiſe eine darunter befindliche Stütze, den Druck des Bundpfoſtens aufzunehmen, wogegen der von der Firſtpfette ausgeübte Druck bei Fig. 397 und 398 durch die Streben auf die Umfaſſungs-Wände oder -Mauern übertragen wird, wodurch letztere an den Binderſtellen eine größere Belaſtung erfahren, während bei der älteren Konſtruktion, Fig. 394 und 395, das Gewicht des Daches ziemlich gleichmäßig auf die Außenmauern verteilt wird.

Das einfachſte Bild des ſtehenden Dachſtuhles zeigt Fig. 396, das des liegenden Fig. 397 und 398.

Weitere Beiſpiele ſtehender Dachſtühle ſind auf Tafel 20 verzeichnet, und zwar in Fig. 2 bis 3 mit je einer Zwiſchenpfette und in Fig. 1 mit je zwei ſolcher zwiſchen Firſt und Dachfuß. Ebenſo enthalten die Tafeln 21 bis 23 Beiſpiele von liegenden Dachſtühlen, und zwar Tafel 21 von älterer, Tafel 22 und 23 von neuerer Konſtruktion und unter Anordnung von Knieſtöcken.

Auf die auf Tafel 20 bis 23 verzeichneten Konſtruktionen des ſtehenden und des liegenden Dachſtuhles werden wir ſpäter wieder zurückkommen, und wir behandeln zunächſt die bei den verſchiedenen Dachſtuhlkonſtruktionen vorkommenden Verbindungen der einzelnen Konſtruktionsteile derſelben.

Dieſe Verbindungen zerfallen in drei Gruppen, und zwar in ſolche

a) am Dachfuße,
b) an der Dachfirſt und
c) an der Pfette.

a) Verbindungen am Dachfuße.

Betrachten wir zunächſt den Fall, bei welchem die Sparren in die betreffenden Deckebalken mittels der bekannten Verbindungen der Verzapfung, oder Verſatzung und Verzapfung eingeſetzt ſind, Fig. 392 bis 395. Hierauf beziehen ſich die Fig. 399 bis 402. Nachdem die Geſpärre aufgerichtet ſind, iſt noch eine Vorkehrung zu treffen zum Ableiten des Regenwaſſers über den Geſimsrand des Gebäudes, welche darin beſteht, daß man auf die Sparren

Fig. 399.

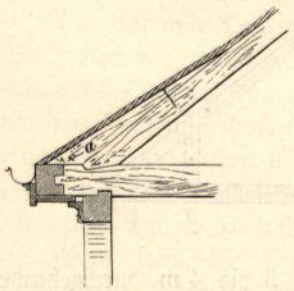


Fig. 400.

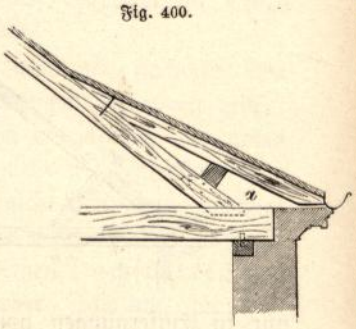


Fig. 401.

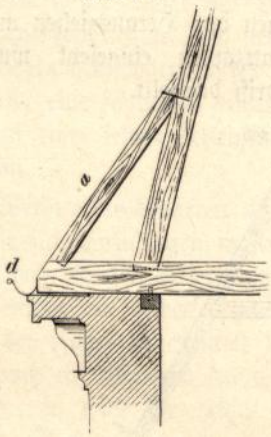
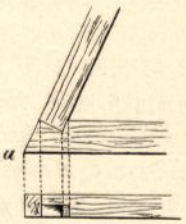


Fig. 401 a.



ſogenannte Aufſchieblinge a nagelt, wodurch eine Dachfläche von circa 1 bis 2 m Breite und von geringerer Neigung als die des Daches gebildet wird, die den genannten Zweck erfüllt. Beide Dachflächen ſchneiden ſich nach einer Linie, welche man den Leiſtbruch nennt, der mit Ziegeln nur ſchwer dicht einzudecken, und daher für die Haltbarkeit dieſer Dächer von Nachteil iſt.

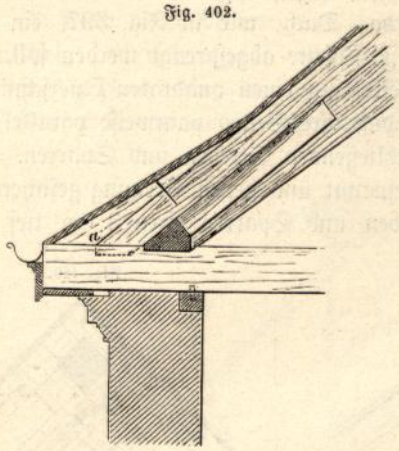
Werden die Balken, Fig. 401 a, nach der Dachrichtung „dachrecht“ abgeſchnitten und die äußere Wandfläche circa 15 bis 20 cm hinter den Punkt a zurückgeſetzt, ſo können die Aufſchieblinge umgangen werden; eine Konſtruktion, die nur bei untergeordneten Gebäuden, Remiſen und dergl. ausgeführt wird.

Die angedeuteten Geſimſe dürften ohne weitere Erklärung verſtanden werden.

Fig. 402 ſtellt den Dachfuß Tafel 21, Fig. 1, dar mit Aufſchiebling, Sparren und Strebe, welch' letztere nebſt den ſie abſteifenden beiden Bügen ſich in die Sattelſchwelle einzapfen, die den Zweck hat, den Druck der Dachbinder auf den Balken, beziehungsweiſe auf der Mauer, gleichmäßig zu verteilen.

Werden die Sparren nicht in die Balken eingesetzt, sondern zur Gesimsbildung über die Mauer verlängert, so entstehen Konstruktionen nach den Fig. 403 bis 405.

Fig. 402.



Dabei werden die Sparren auf die Sattelschwelle aufgekämmt, Fig. 403 und 404, oder aufgesattelt, Fig. 405, und außerdem mit 18 cm langen Nägeln, „Leistnägeln", befestigt. Außerdem können sie mit den Balken verzapft, Fig. 403, oder schwalbenschwanzförmig verblattet werden, Fig. 404. Bei letzterer Figur ist auch der Strebefuß des Dachbinders angedeutet. Ist es nicht möglich, der Sattelschwelle eine feste Lage auf dem Gebälke zu verschaffen, so wird sie auf die mittels Platten abgeglichene Mauer gelegt und mit circa 1,20 bis 1,50 m langen Ankern gefaßt, welche 2,0 bis 3,0 m entfernt angeordnet werden, Fig. 405.

Fig. 403.

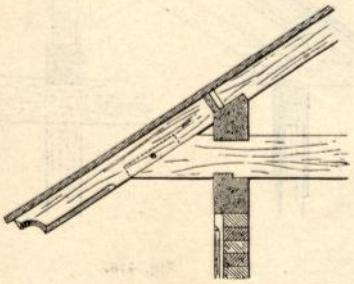
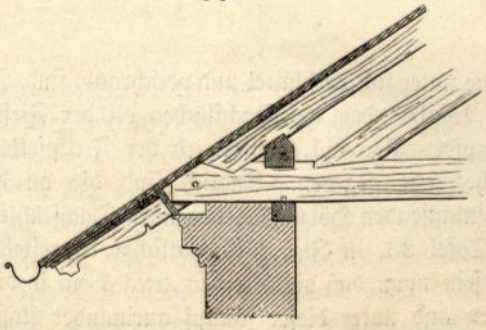
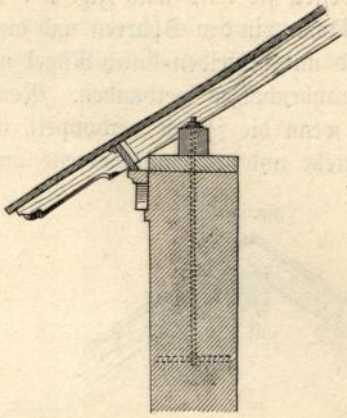


Fig. 404.



Bei Kniewänden ist die Sattelschwelle auf kurzen Pfosten, „Kniewandpfosten", aufzuzapfen, welche selbst wieder in die betreffenden Bundbalken eingezapft sind. Die Entfernung der Kniewandpfosten richtet sich nach der Entfernung der Dachbinder, mit welchen sie im Zusammenhange stehen, und außerdem werden sie an den Wiederkehren der Sattelschwellen angeordnet.

Fig. 405.



Obschon diese Pfosten meistens eingemauert werden, so ist doch zur Erhaltung der unverschiebbaren Lage der Sattelschwelle eine Verbindung derselben mit der Strebe

Fig. 406.

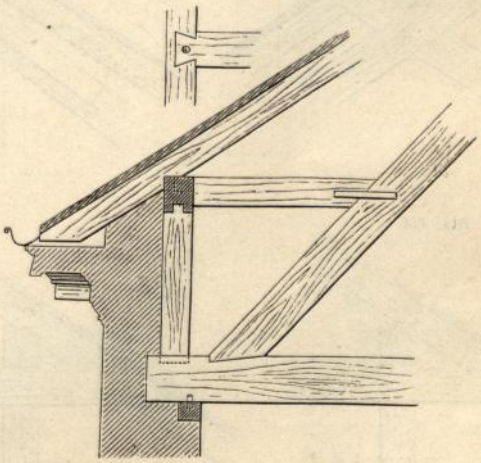
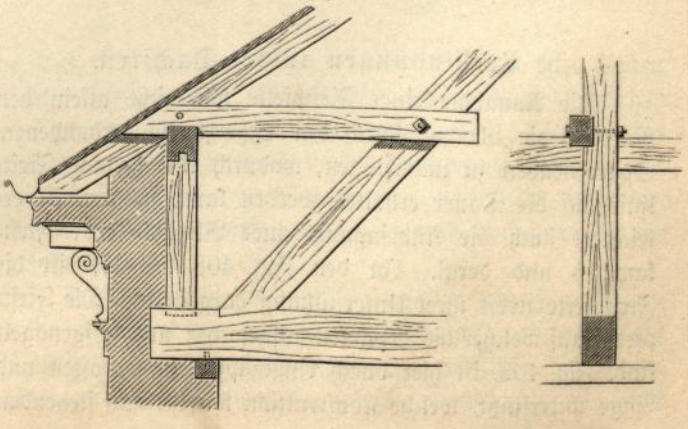


Fig. 407.



oder einem Pfosten des Dachbinders nötig, welche durch ein Holzstück, „Zange“ genannt, Fig. 406 und 407, erreicht wird. Diese Zange kann entweder nach Fig. 406 mit der Sattelschwelle schwalbenschwanzförmig verblattet und mit der Strebe durch eine eiserne Klammer verbunden werden, oder besser, sie wird nach Fig. 407 auf die Sattelschwelle aufgekämmt, in den Sparren und die Strebe etwas eingelassen und mit denselben durch Nägel oder — solider — durch Schraubenbolzen verbunden. Noch vorteilhafter wird es sein, wenn die Zange verdoppelt, oder zu beiden Seiten der Strebe und des Bundsparrens angebracht wird.

Fig. 408.

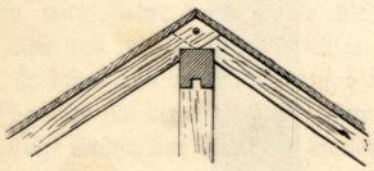


Fig. 409.

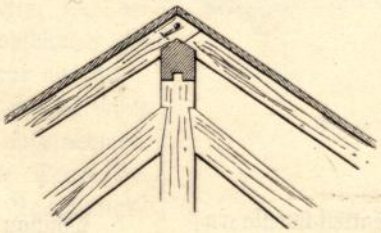


Fig. 410.

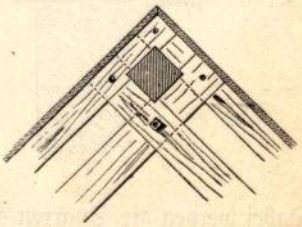


Fig. 411.

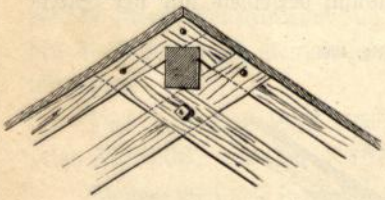


Fig. 412.

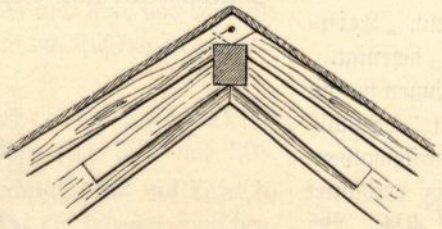


Fig. 413.

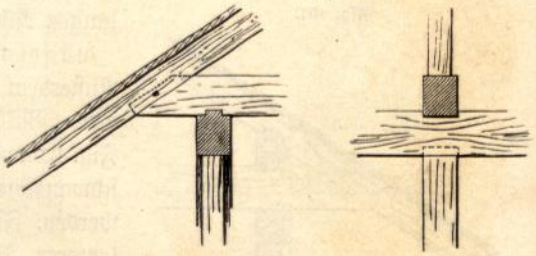


Fig. 414.

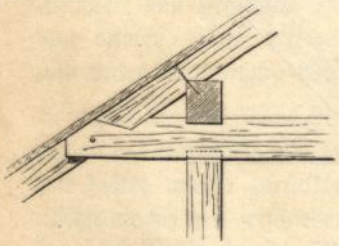


Fig. 415.

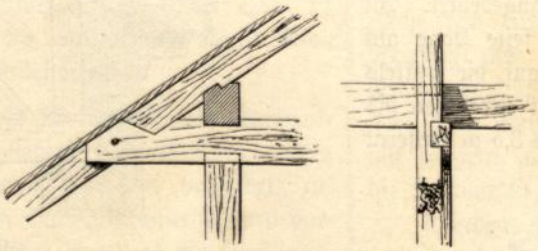
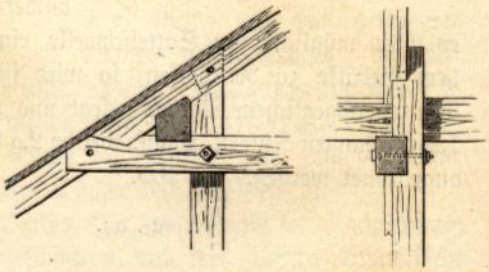


Fig. 416.



b) Verbindungen an der Dachfirst.

Die Annahme einer Firstpfette hat nicht allein den Vorteil, die oberen, durch den Scherzapfen verbundenen, Sparrenenden zu unterstützen, wodurch eine genaue Firstlinie auf die Dauer erhalten werden kann, sondern sie erleichtert auch die Anbringung eines Blitzableiters, Firstkammes und dergl. In den Fig. 408 bis 412 ist die Firstpfette nebst ihrer Unterstützung dargestellt. Die Firstpfette, auf welcher die Sparren aufgesattelt und aufgenagelt sind, Fig. 408, ist hier durch eingezapfte Bundpfosten und Büge unterstützt, welche Konstruktion wir bei dem stehenden Dachstuhle, Fig. 396, bereits angedeutet haben. Anstatt des Bundpfostens ist in Fig. 409 eine Hängesäule angenommen, welche durch Streben, mit Versatzungen und Zapfen versehen, abgesprengt ist.

Wenn das Dach, wie in Fig. 397, ein Winkeldach ist und die Firstpfette abgesprengt werden soll, dann giebt man ihr zweckmäßig einen quadraten Querschnitt und eine solche Lage, daß ihre Seiten paarweise parallel laufen mit den sie einschließenden Streben und Sparren. Die Pfette ist fest eingespannt und gegen Drehung gesichert, indem sie in die Streben und Sparren circa 3 cm tief eingelassen ist, welche unter sich verblattet und verschraubt sind, Fig. 410. Ist der Winkel, den die Dachflächen an der First bilden, ein stumpfer, Fig. 411, dann wird der Firstpfette die gewöhnliche Lage gegeben. Endlich sind die an der First zusammenlaufenden Hölzer der liegenden Dachstühle, Fig. 1 bis 2, Tafel 23, in Fig. 412 deutlicher dargestellt, wozu bemerkt sein mag, daß die Streben circa 4 cm in die Pfette eingreifen und unter dieser stumpf aneinander stoßen.

c) Verbindungen an den Zwischenpfetten.

Diese Verbände sind sehr verschieden, je nachdem der Dachstuhl ein stehender oder liegender ist, mit oder ohne

Zwischengebälk, „Kehlgebälk“; ferner ob das Dachgebälk unterstützt ist, oder durch den Dachstuhl getragen werden muß. Außer dem Bundsparren sind bei der Pfette zu verbinden die stützenden Verbandstücke, als: Pfosten, Strebe, Hängesäule und Büge, sowie die verspannenden, zu welchen der Spannriegel, „Brustriegel“ und die Zange gerechnet werden. Letztere haben den Zweck, die gegenüberliegenden Pfetten nicht nur auseinander zu halten oder zu

Fig. 416a.

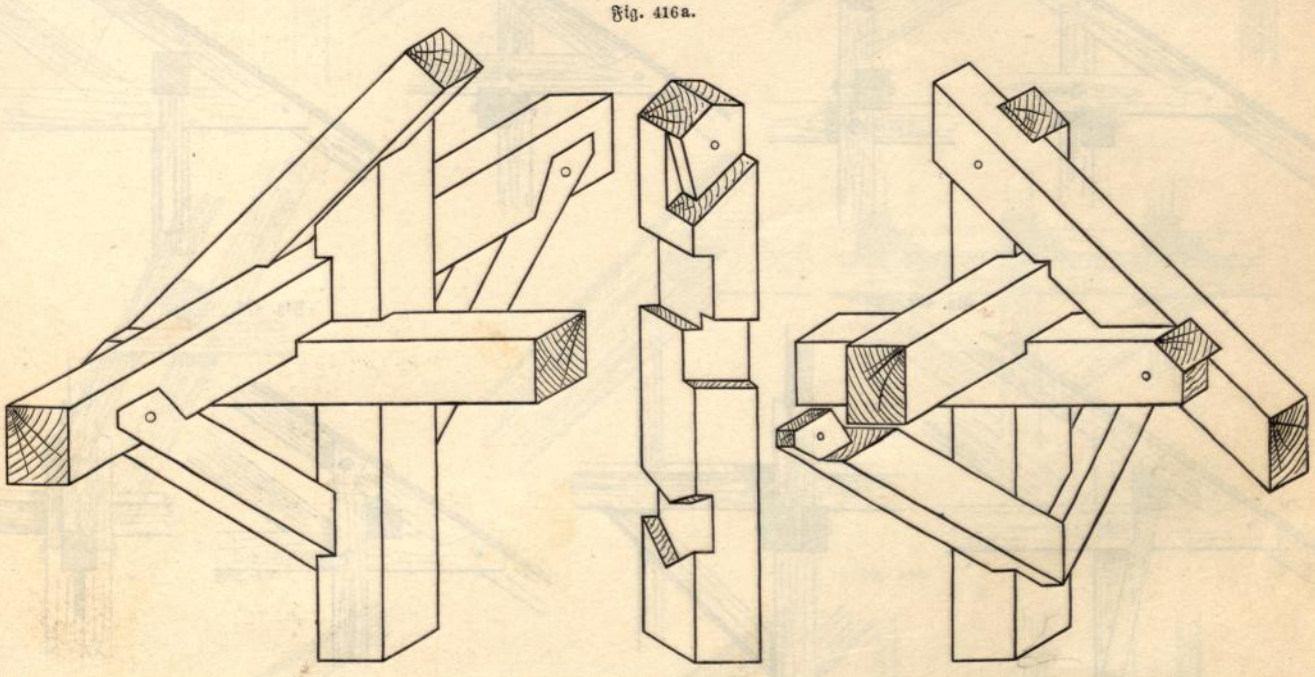


Fig. 417.

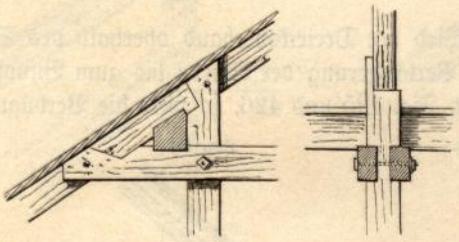
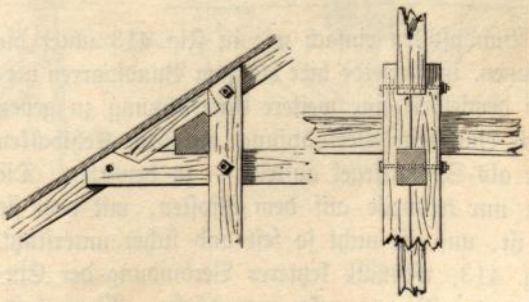


Fig. 418.



verspannen, sondern auch zu verbinden und hauptsächlich zum Querverband des Dachbinders beizutragen.

Verbindungen an der Pfette des stehenden Dachstuhles sind in den Fig. 413 bis 423 angegeben. Wird ein Kehlgebälk zur Bildung von Kammern erforderlich, so können die Kehlbalken zur Unterstützung der Sparren benützt werden, Fig. 413, während die Pfette unter dieses Gebälk gelegt und von Bundpfosten und Bügen getragen wird. Während hier die Kehlbalken zur Verspannung der gegenüberliegenden Pfetten dienen, übernimmt in Fig. 414 der Spannriegel diese Funktion, welcher die Pfette aufnimmt und den Bundsparren sicher faßt. Die Unterstützung der Pfette findet wieder durch Bundpfosten und Büge statt.

Fig. 415 mit Seitenansicht von außen zeigt nur eine kleine Abänderung der Fig. 414, welche darin besteht, daß der Sparren auf die Pfette aufgekämmt anstatt aufsattelt ist.

Bei Fig. 416 und 416a liegen Bundpfosten und Spannriegel nicht in einer Ebene, wodurch der Bundsparren anstatt nur an einer, Fig. 414 und 415, an zwei Seiten durch Pfosten und Spannriegel gefaßt wird, zwischen welchen die Pfette sehr fest eingespannt ist. Noch besser anstatt des Spannriegels ist die Anordnung einer Zange, Fig. 417, welche den Bundpfosten umschließt und den Sparren festhält, welcher außerdem auch noch vom Pfosten gefaßt wird.

In dem festen, von Zange, Pfosten und Sparren gebildeten Dreieck hat die Pfette eine äußerst gesicherte Lage. Während hier das horizontale Verbandstück, die Zange, Sparren und Pfosten umschließt, werden in Fig. 418

Sparren und Spannriegel vom lotrechten Verbandstücke, dem verdoppelten Bundpfosten, umschlossen, wodurch ebenfalls eine sehr feste Verbindung entsteht.

Die Verbände, Fig. 419 und 420, erfordern wie bei Fig. 413 ein Kehlgebälk zur Sparrenunterstützung. Anstatt die Streben mit dem Bundbalken und dem Spannriegel bilden, während die beiderseits von der Strebe und dem Spannriegel ausgehenden Büge den Zweck haben, Pressungen, welche auf die Dachfläche, beziehungsweise auf die Pfette wirken, auf die Bundhölzer zu überführen.

Fig. 419.

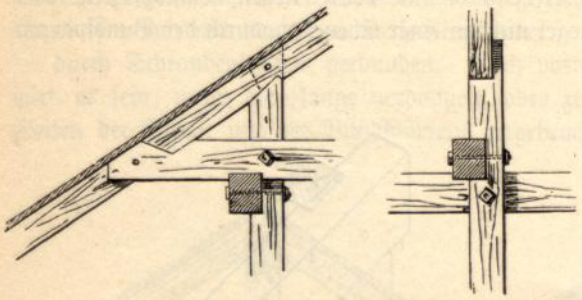


Fig. 420.

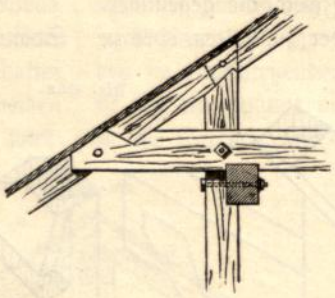


Fig. 421.

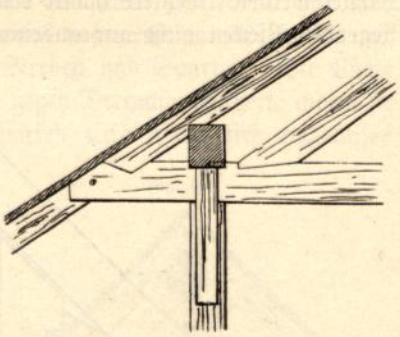


Fig. 422.

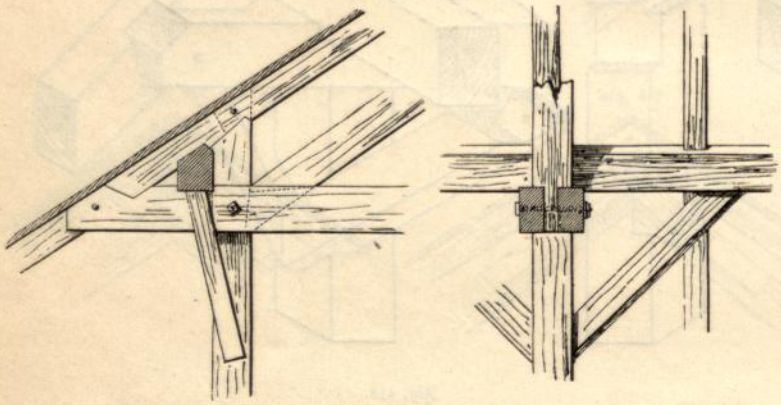
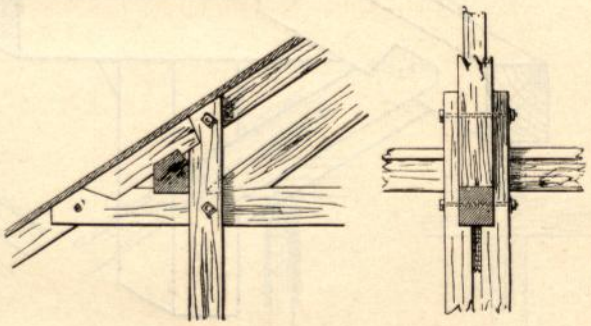


Fig. 423.

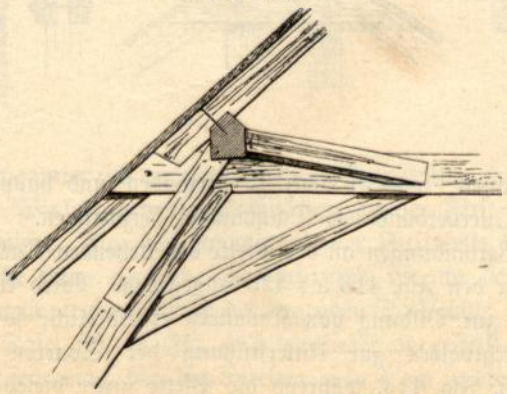


jedoch den Bundpfosten einfach wie in Fig. 413 unter die Pfette zu setzen, ist derselbe hier bis zum Bundsparren verlängert, um demselben eine weitere Unterstützung zu geben und zugleich eine feste Verknüpfung mit dem Kehlbalken — der hier als Spannriegel auftritt — zu bewirken. Die Pfette liegt nur teilweise auf dem Pfosten, mit dem sie verschränkt ist, und ist nicht so fest und sicher unterstützt, wie bei Fig. 413, weshalb letzterer Verbindung der Einfachheit wegen der Vorzug zukommen dürfte. Wenn beim stehenden Dachstuhle eine Firstpfette vorkommt, deren Gewicht durch ein Strebenpaar nach den Bundpfosten übertragen wird, so entstehen Verbindungen, wie sie in Fig. 421 bis 423 dargestellt sind.

Die gewöhnlichste Verbindung der Pfette mit Bundsparren und Spannriegel, sowie die des letzteren mit der Strebe — des liegenden Dachstuhles — nebst der Anordnung der Büge ist in Fig. 424 dargestellt. Der Strebebug, zwischen Strebe und Spannriegel, stellt den Dreiecksverband zu beiden Seiten des Dachbinders her und verhindert die Formänderung des Paralleltrapezes, welches

Wird der Dreiecksverband oberhalb des Spannriegels durch Verlängerung der Strebe bis zum Bundsparren hergestellt, Fig. 425 und 426, so wird die Verbügung zwischen

Fig. 424.



Strebe und Spannriegel, Fig. 424, entbehrlich. Die in Fig. 425 dargestellte Form der Pfette ist die weniger gekünstelte, daher zweckmäßigere. Besser wird die Anordnung einer Zange anstatt eines Spannriegels sein.

Fig. 425.

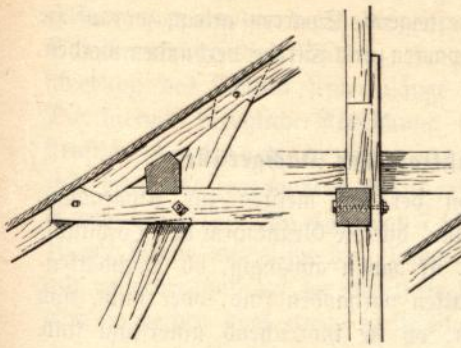


Fig. 426.

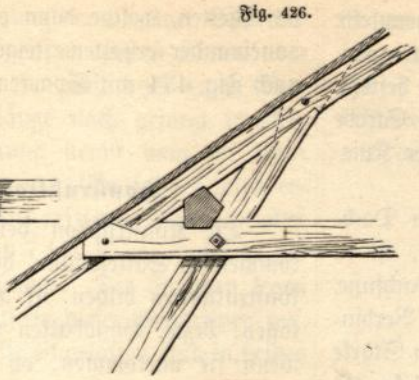


Fig. 427.

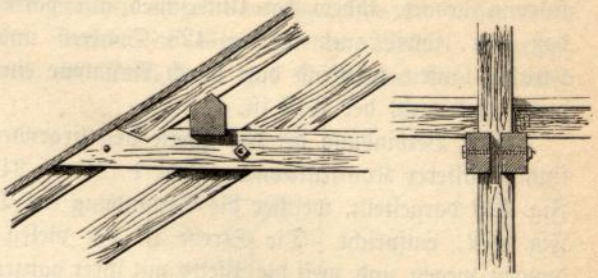


Fig. 428.

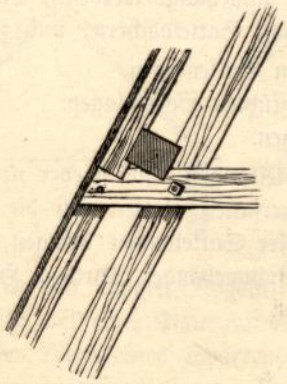


Fig. 429.

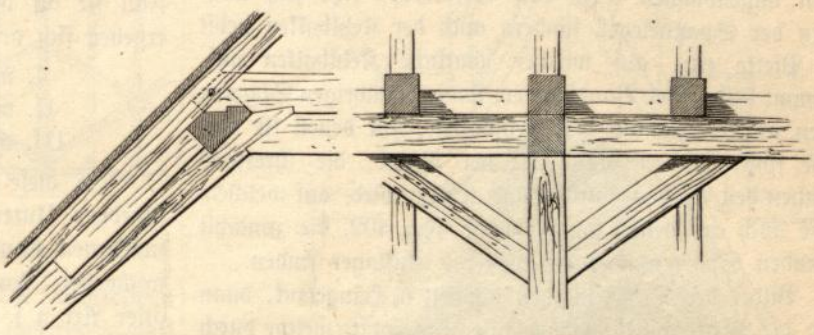


Fig. 430.

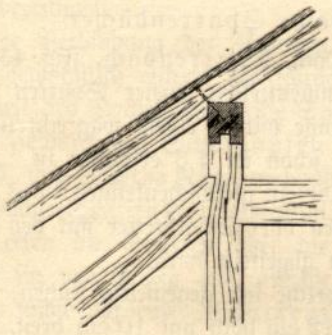


Fig. 431.

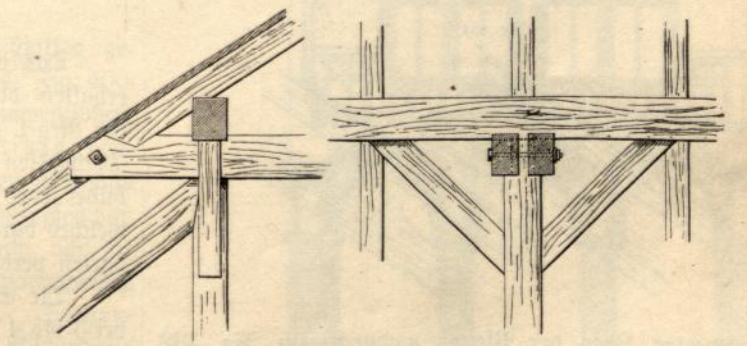


Fig. 432.

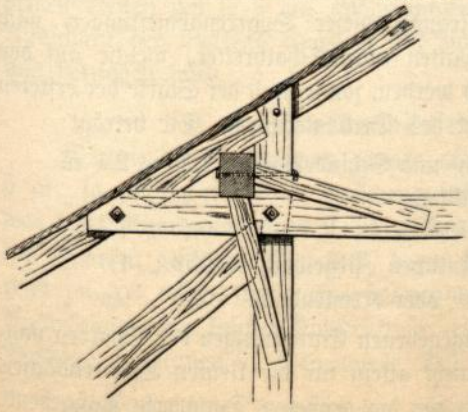


Fig. 433.

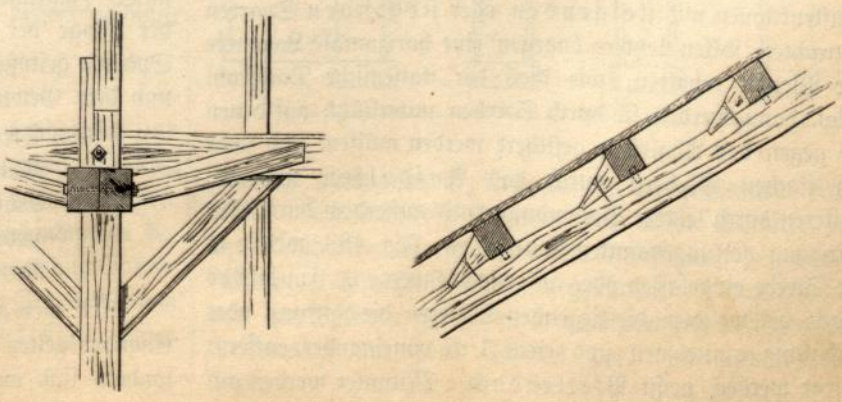
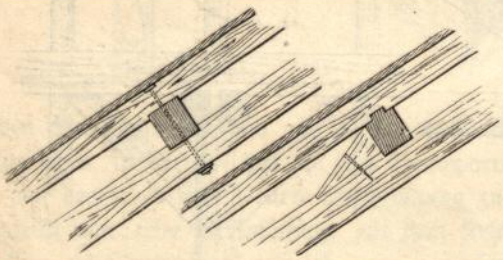


Fig. 427 zeigt die Verbindung bei der Zwischenpfette ähnlich wie bei Fig. 3, Tafel 23, welche keine weitere Erklärung bedarf, indem der Unterschied nur darin besteht, daß hier, sowie auch in Fig. 428 Sparren und Strebe parallel laufen, während dort durch Annahme einer Kniewand dies nicht der Fall ist.

Eine Verbindung bei der Pfette des liegenden Dachstuhles älterer Konstruktionen, Fig. 1, Tafel 21, ist in Fig. 429 dargestellt, welcher die Verbindung am Dachfuße, Fig. 402, entspricht. Die Strebe ist der vielen Verbindungen wegen und weil die Pfette mit ihrer ganzen Stärke in sie eingesetzt und mit ihr verzapft wird, oben stärker als unten angenommen. In den Strebekopf setzt sich nicht allein der Spannriegel, sondern auch der Kehlbalken nebst der Pfette ein, auf welcher sämtliche Kehlbalken aufgekämmt sind. Der Bundsparren, sowie die übrigen Sparren ruhen nicht allein auf den Kehlbalken, mit denen sie verzapft sind, sondern auch auf der Pfette, die ihrerseits zwischen den Bindern durch Büge gestützt wird, auf welchen, sowie auch auf denen am Fußende, Fig. 402, die zunächst liegenden Sparren noch ein weiteres Auflager finden.

Bildet der Dachstuhl den doppelten Hängebock, dann wird die Pfette auf die Hängesäule aufgezapft, welche durch Streben und Spannriegel abgesprengt wird, Fig. 430. Weit solidere Verbindungen sind in den Fig. 431 und 432 dargestellt, insbesondere bezüglich des Querverbandes und

Fig. 434.



der gesicherten Lage der Pfette, wodurch sich Fig. 432 besonders auszeichnet.

Bisher haben wir bloß Verbindungen von Dachkonstruktionen mit steigenden oder stehenden Sparren betrachtet; sollen letztere dagegen eine horizontale Lage wie die Pfetten erhalten, wie dies der italienische Dachstuhl zeigt, dann werden sie durch Streben unterstützt, auf denen sie gegen das Abgleiten gesichert werden müssen, und zwar bei flachen Dächern durch das Aufdollen und bei steileren durch letztere Verbindung und außerdem durch Anbringung von sogenannten Knaggen, Fig. 433, welche in die Strebe eingelassen oder aufgenagelt werden. Ein solches Dach, bei welchem die liegenden Sparren die Lattung oder Schalung aufnehmen und circa 1 m voneinander entfernt gelegt werden, heißt Pfettendach. Mitunter werden auf die Pfetten, welche dann eine Entfernung von 2 bis 3 m voneinander erhalten, steigende Sparren gelegt, worauf sie nach Fig. 434 mit Sparren und Strebe verbunden werden.

§ 4.

Konstruktion der Dachgerüste.

Die Konstruktion der am meisten zur Anwendung kommenden Satteldächer, die die Grundform der Dachstuhlkonstruktionen bilden, ist davon abhängig, ob Dachbalkenlagen, bezw. Bundbalken vorhanden sind, oder nicht, und wenn sie vorkommen, ob sie hinreichend unterstützt sind, oder nur auf den Umfassungsmauern aufliegen, in welchem Fall sie an den Dachstuhl aufgehängt werden. Danach ergeben sich drei Gruppen von Satteldächern, und zwar:

I. mit unterstützten Balkenlagen,
II. mit nicht unterstützten Balkenlagen,
III. ohne Balkenlagen.

In diese drei Hauptabteilungen, die wieder in verschiedene Unterabteilungen zerfallen, lassen sich die verschiedenen Konstruktionen aller Satteldächer bringen, wie solche bei Ökonomie- und Wohngebäuden, Kirchen, Hallen aller Art u. s. w. vorkommen.

§ 5.

Satteldächer mit unterstützten Balken.

A. Einfache Sparrendächer.

Das einfachste Dach, Sparrendach, Fig. 435, wird erhalten durch Zusammenstellen zweier Sparren von in der Regel gleicher Länge mit je einem wagrecht liegenden Dachbalken, wie dies schon im § 3 erläutert ist. Danach bildet jedes Dachgebinde ein gleichschenkeliges festes Dreieck, welches durch die Latten oder Schalbretter mit den benachbarten verbunden und abgesteift wird.

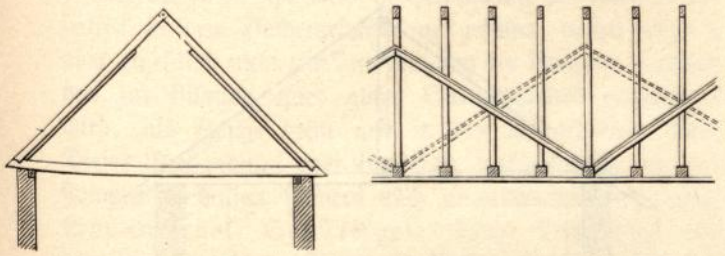
Die Sparren, welche sich gegenseitig stützen, werden bei 3 bis 4 m Länge 12 cm hoch und 10 cm breit, und bei 4 bis 5 m Länge 15 cm hoch und 12 cm breit angenommen. Die Entfernung der Dachgebinde voneinander richtet sich unter Zugrundelegung dieser Sparrenabmessungen nach der Länge der Latten oder Schalbretter, welche auf den Sparren gestoßen werden, sowie nach der Stärke der ersteren und dem Gewicht des Deckmateriales. Sie beträgt:

beim Stroh- und Schindeldach .	1,5 bis 2,0 m
„ Metalldach	1,0 „ 1,2 „
„ Schieferdach	0,80 „ 1,10 „
„ gewöhnlichen Ziegeldach .	0,75 „ 1,0 „
„ Ritter- oder Kronendach .	0,70 „ 0,90 „

Die hier angegebenen Entfernungen der Sparren voneinander gelten nicht allein für die kleinen Sparrendächer, sondern sind auch für die größeren Dachwerke maßgebend.

Wenn nun auch die Entfernung der einzelnen Sparrengebinde voneinander durch die aufgenagelten Latten oder Schalbretter gesichert erscheint, so muß doch gegen Verschiebung des Daches seiner Länge nach gesorgt werden. Die hierauf bezügliche Anordnung nennt man die Konstruktion des Längenverbandes. Ein solcher wird erzielt durch die sogenannten Windrispen, Sturm- oder Schwebelatten, Fig. 435, von 7 bis 10 cm Dicke, 12 bis 16 cm Breite und 4 bis 5 m Länge. Die Sparren legen sich entweder nur auf die Breitseite dieser Windrispen auf, oder sie werden noch etwas in sie eingelassen und in beiden

Fig. 435



Fällen mit langen Nägeln verbunden. Die Windrispen greifen mit einer Klaue auf den Dachbalken und enden oben in der Mitte eines Sparrens, wo sie sich an die benachbarten stumpf anlehnen. Durch die punktiert angegebenen Windrispen ist ihre Lage an der entgegengesetzten Dachfläche bezeichnet.

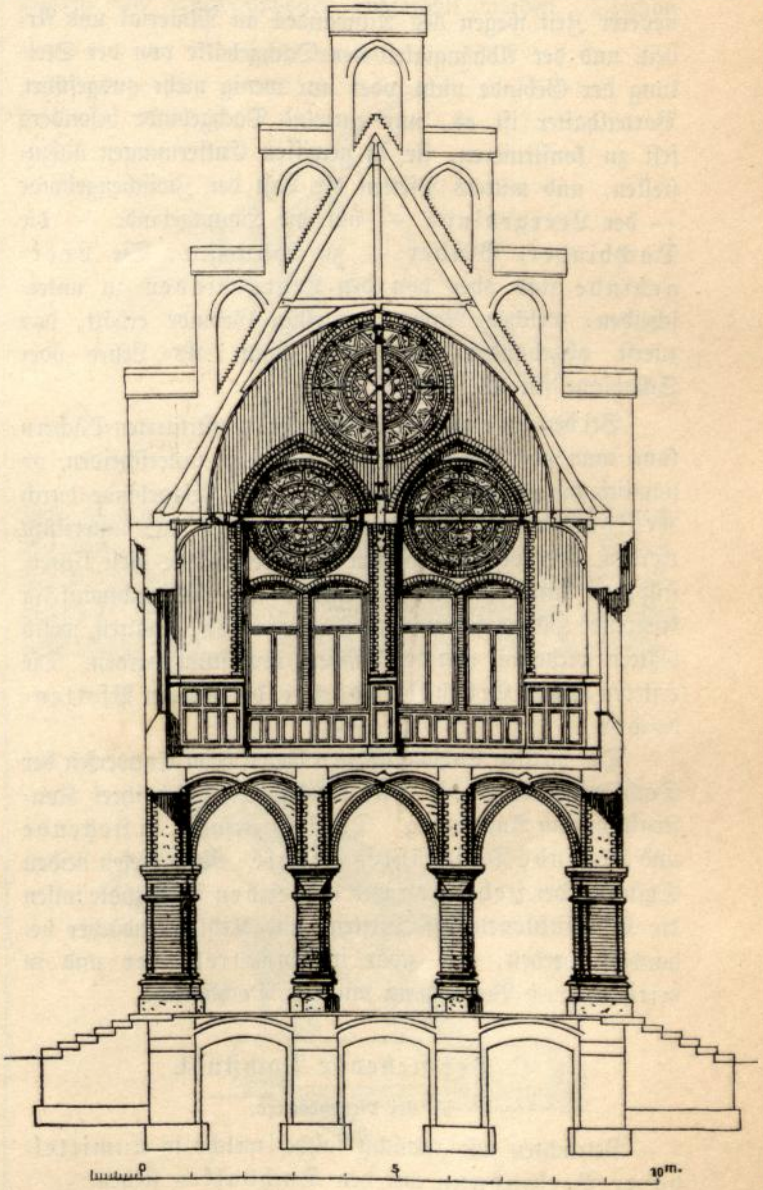
Die Verbindung der Sparren mit dem Balken geschieht gewöhnlich mittels des schrägen Zapfens, Fig. 400. Am First des Daches, wo beide Sparren zusammenstoßen, werden sie durch den Scherzapfen oder Schlitzzapfen, Fig. 73, und hölzerne Nägel verbunden; dagegen zieht man bei schwachen Sparren die Überblattung dem Schlitzzapfen vor.

Treten die Sparren über die Mauerflucht vor, so werden sie, wie in Fig. 403, auf die ebenfalls vortretenden Balken, sowie auf eine „Sparrenschwelle", „Sicherheitsschwelle" aufgekämmt. Eine sehr solide Verbindung zeigt Fig. 404, bei welcher der Sparren, nachdem er an beiden Seiten um je 2 cm ausgeschnitten wurde, in den Ausschnitt des Balkens eingesetzt und mit diesem verbohrt und vernagelt wird.

B. Kehlbalkendächer.

Werden die Dachsparren länger als 4 bis höchstens 5 m, so müssen sie eine Zwischenunterstützung erhalten, was durch Anordnung eines Kehlbalkens von der Stärke der Sparren geschieht, Fig. 393, deren Verbindungen bereits im § 3 erklärt sind. Eine interessante architektonische Ausbildung einer solchen Konstruktion zeigt Fig. 436, vom Rathaus in Rauen.[1]) Der untere Teil des Dachraumes ist zum Saal gezogen, und die Decke in Form eines spitzbogenförmigen Tonnengewölbes ausgebildet; zu diesem Zweck sind zwischen einzelne durchgehende und entsprechend fassonierte Deckebalken längslaufende Wechsel eingesetzt, mit denen ein Stichgebälk zur Aufnahme der einzelnen

Fig. 436.



Sparren verbunden ist; bogenförmig ausgeschnittene Kopfbänder verbinden die Sparren mit diesen Wechseln und den Kehlbalken und gestatten die Befestigung der Deckenschalung. Eine säulenartig ausgeschnittene Hängesäule, die von den Sparren gefaßt wird, verbindet den durchgehenden Deckebalken mit dem Scheitel der tonnengewölbartigen Decke.

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1886.

Andere Unterstützungen der Dachsparren sind in Fig. 394 durch Pfosten oder Streben, und in Fig. 395 durch Kehlbalken und Pfosten dargestellt, woselbst auch die näheren Erläuterungen gegeben sind.

Diese so konstruierten Dächer, die aus lauter gleichen und gleich abgesteiften Gebinden zusammengesetzt sind, waren im Mittelalter vornehmlich im Gebrauch,[1]) werden aber in neuerer Zeit wegen des Aufwandes an Material und Arbeit, und der Abhängigkeit der Dachgebälke von der Stellung der Gebinde nicht oder nur wenig mehr ausgeführt. Vorteilhafter ist es, nur einzelne Dachgebinde besonders fest zu konstruieren, sie in gewissen Entfernungen aufzustellen, und mittels Pfetten die Last der Zwischengebinde — der Leergebinde — auf die Hauptgebinde — die Dachbinder, Binder — zu übertragen. Die Leergebinde sind aber von den Lehrgebinden zu unterscheiden, welchen Namen dasjenige Gebinde erhält, das zuerst abgebunden wird, und dann als Lehre oder Schablone für alle übrigen dient.

Bei den mit einzelnen Dachbindern konstruierten Dächern kann man zwei verschiedene Anordnungen unterscheiden, ob nämlich die Sparren der Zwischen- oder Leergebinde durch Kehlbalken und diese von den Bindern aus unterstützt werden, oder ob die Sparren der Leergebinde diese Unterstützung durch horizontal liegende und sie rechtwinkelig kreuzende Hölzer, sogenannte Dachpfetten, erhalten, welch letztere wiederum von den Bindern unterstützt werden. Die ersteren heißen Kehlbalkendächer, die letzteren Pfettendächer.

Die meisten Schwierigkeiten bieten beim Entwerfen der Dachkonstruktionen die Dachbinder bezüglich ihrer Konstruktion und Anordnung. Dieselben zerfallen in stehende und liegende Dachstühle, Stühle. Nach diesen beiden Systemen der stehenden und liegenden Dachstühle sollen die Konstruktionen der Pfetten- und Kehlbalkendächer behandelt werden, und zwar in unmittelbarer und in mittelbarer Verbindung mit den Dachbalken.

C. Der stehende Dachstuhl.

a) Bei Pfettendächern.

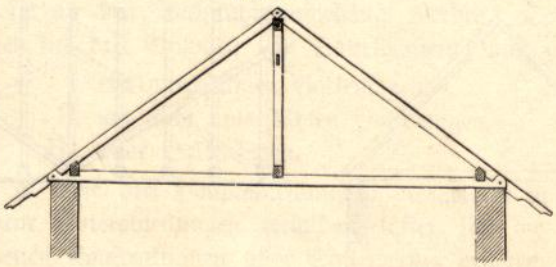
Betrachten wir zunächst solche, welche in unmittelbarer Verbindung mit den Dachbalken stehen.

Das einfachste Pfettendach ist in Fig. 396 dargestellt, bei welchem die Firstpfette durch einen Pfosten unterstützt ist, welcher Stuhlpfosten genannt wird und mit der Firstpfette — Stuhlpfette — den einfachstehenden Stuhl bildet. Ein solches Dach heißt auch Stuhldach, Pfettenstuhldach.

1) Siehe Viollet-le-Duc, Dictionnaire, tome 3: „charpente".

Die hintereinander aufgestellten Stuhlpfosten bilden eine Stuhlwand. Je nachdem die Stuhlpfosten senkrecht oder schief stehen, erhält man den stehenden oder liegenden Dachstuhl; ebenso stehende und liegende Stuhlwände. Ist der Stuhlpfosten, wie in Fig. 396, in der Mitte eines Dachbalkens eingezapft, so muß dieser unterstützt werden; bringt man dagegen über den Balken eine Schwelle, Stuhlschwelle, an (Fig. 437), so wird der Druck des Stuhlpfostens auf mehrere Balken verteilt, und es entsteht der verschwellte Stuhl im Gegensatz zum unverschwellten, wenn diese Schwelle fehlt.

Fig. 437.



Wenn die Sparren, wie bei Fig. 392, an ihrem Fuße in die Dachbalken eingezapft sind, so bilden sie unverschiebliche Dreiecke und üben einen Seitenschub aus auf die Kopfenden der Balken, der durch die Verbindung aufgehoben werden muß. Dieser Seitenschub hört aber auf, wenn eine Firstpfette angeordnet wird, auf welcher die verscherten und verbohrten Sparren aufgesattelt und mit eisernen Nägeln — Leistnägeln — befestigt werden, die 6 bis 10 cm in die Pfette eingreifen müssen. Es ist daher die Anbringung einer Firstpfette, wenn die Sparren nicht eingezapft werden, sondern über die Fassadenmauern vortreten sollen, wie bei Fig. 396, ganz besonders zu empfehlen, obschon die Sparren nicht allein auf den Dachbalken, sondern auch auf den Sparrenschwellen aufgekämmt und mit Leistnägeln befestigt sind. Die Sparrenschwellen werden 4 bis 5 cm in die Dachbalken eingelassen. Damit aber die Sparren durch den Sturm nicht gehoben werden können, ist eine Verblattung und Verbohrung derselben mit den Balken der Verkämmung vorzuziehen, wobei hölzerne, in die Bohrlöcher eingetriebene Nägel genügen, Fig. 404. Durch diese „feste Knotenbildung" aber sind die Sparrengebinde solid miteinander verbunden, und zur Sicherstellung der Stuhlpfosten nach der Länge des Daches, sowie zur Unterstützung der Firstpfette zwischen den Pfosten dienen die Kopfbüge, Fig. 396. Durch Anordnung von Sturmlatten zwischen Pfette und Schwellen können die Dachflächen der Länge nach abgesteift werden und die Sparren noch weitere Unterstützungspunkte finden. Die Stuhlpfosten, Pfetten und Schwellen oder die Bundhölzer werden 15 bis 18 cm stark angenommen, wobei man der Firstpfette gewöhnlich 3 cm mehr Höhe als

Breite giebt. Die Entfernung der Stuhlpfosten voneinander beträgt 3 bis 4 m. Nur die Bundsparren entsprechen den Stuhlpfosten, während die Leersparren auf den Schwellen und der Firstpfette allein aufliegen.

Der einfachstehende Stuhl besitzt nur geringe Stabilität, welche abhängig ist von der Unverschiebbarkeit der Gebinde, und da er außerdem den Speicherraum sehr beengt, so findet er Anwendung meistens nur bei unbedeutenden, nicht sehr hohen Dächern.

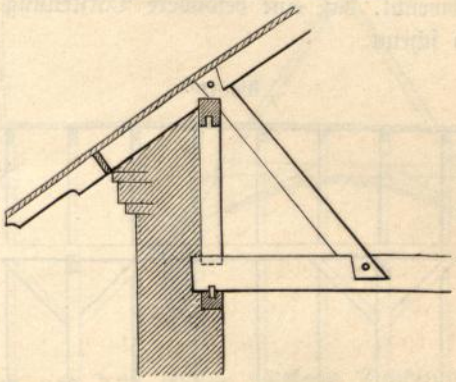
Der doppeltstehende Dachstuhl, Fig. 3, Tafel 20, entsteht, wenn anstatt einer Firstpfette zwei Zwischenpfetten mit zwei Stuhlwänden zur Unterstützung der Sparren erforderlich sind. Er wird in Verbindung mit einem Kehlbalken in dem Bindergespärre ausgeführt, wobei letzterer aber eigentlich nicht zur Unterstützung der Sparren, sondern nur zur Bildung eines guten Querverbandes angeordnet wird, als Zange dient und in den Leergebinden fehlt. Dieses Verbandstück oder Bundholz, welches nicht nur zusammen zu halten, sondern auch zu verspannen hat, heißt Spannriegel, Brustriegel. Seine Verbindung mit dem Bundsparren, der Pfette und Pfosten ist in Fig. 414 und 415 dargestellt. Weit fester sind aber die Verbindungen Fig. 416 bis 418, nach welchen feste Dreiecke oder „feste Knoten" gebildet werden. Dabei sind aber die Kopfbüge nicht so leicht anzuordnen, wie bei Fig. 414 und 415. Die beiden Stuhlpfosten, Fig. 3, Tafel 20, verlangen einen Bundbalken, welcher durch Wände oder Pfosten unterstützt werden muß. Daß auf eine recht feste Verbindung der Sparren mit Schwelle und Balken Bedacht zu nehmen ist, wurde schon beim einfachen Stuhl erklärt.

Bei Fig. 3, Tafel 20, fehlt die Firstpfette, was zulässig ist, wenn die Länge der Sparren von der Zwischenpfette bis zum First 2,50 m nicht überschreitet, und keine Firstkämme oder Blitzableitungen angebracht werden, für welche man der soliden Befestigung wegen nicht gerne auf die Firstpfetten verzichtet; die Sparren müssen sich dann aber mit Scherzapfen gegeneinander lehnen. Beim Fehlen der Firstpfette sucht man stets die Anordnung so zu treffen, daß der unterhalb der Zwischenpfetten liegende Teil der Sparren länger ist, wie der oberhalb liegende, — daß also der Schwerpunkt der Dachflächen unterhalb der Pfetten liegt, da dann das Streben der Dachflächen, sich um die Pfetten zu drehen, in Wegfall kommt.

Die Entfernung der Pfetten, in der Horizontalprojektion gemessen, beträgt 3 bis höchstens 4 m, und wird um so geringer, je steiler die Dachflächen und je schwerer die Deckmaterialien sind; die freie Länge der Sparren beträgt hiernach etwa 4 bis höchstens 5 m.

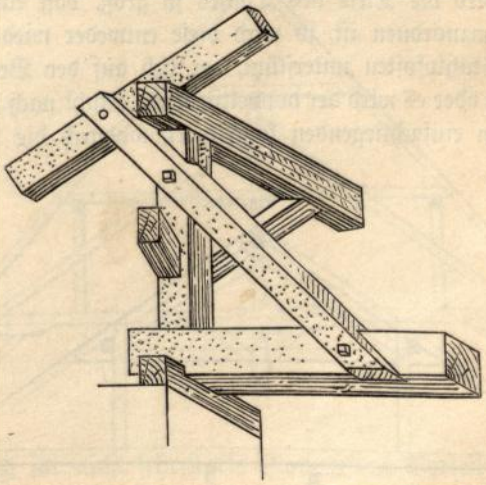
Der doppeltstehende Stuhl mit Kniewand, Fig. 2, Tafel 20, unterscheidet sich zunächst von dem vorhergehenden dadurch, daß die unteren Sparrenenden nicht mehr so fest gefaßt werden können, wie dies bei Fig. 3 möglich ist, da sie nur auf den erhöht gelegenen Sparrenschwellen — Sattelschwellen — aufgesattelt oder besser aufgekämmt werden, Fig. 406 und 407. Diese Sattelschwellen werden durch kleine Pfosten — Kniewandpfosten — unterstützt, welche auf allen Bundbalken, sowie an den Enden oder Wiederkehren der Umfangsmauern angebracht und in die Balken und Sattelschwellen eingezapft werden. Obschon

Fig. 438.



man sie bald nach dem Aufschlagen des Daches einmauert, verlangen sie doch eine Sicherstellung gegen den Schub, den die Dachsparren mit ihren Lasten auf die Sattelschwelle ausüben. Dies wird erreicht durch Anordnung einer Dreiecksverbindung nach Fig. 438 und 439, oder besser durch Ein-

Fig. 439.

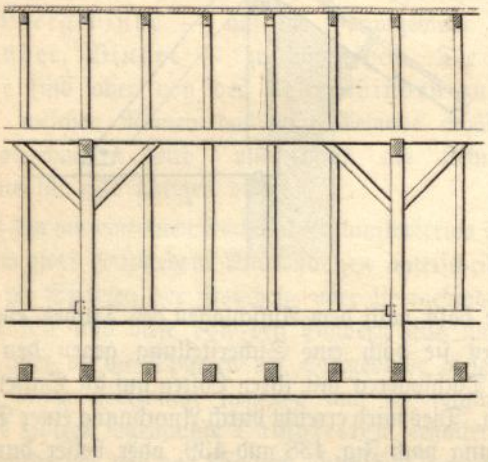


schaltung von Streben, die mit der Sattelschwelle durch Zangen verbunden werden, Tafel 20, Fig. 2 und Fig. 406 und 407. Durch die Anlage der Streben wird aber ein Teil der Pfettenlasten auf die Enden der Balken übertragen, der stehende Stuhl wird zum liegenden, und das ganze System kann ohne Schwierigkeit in ein doppeltes Hängewerk umgewandelt werden.

Eine weitere Konstruktion, um die Sattelschwelle festzulegen, zeigt Fig. 1, Tafel 20, die weiterer Erläuterung nicht bedarf.

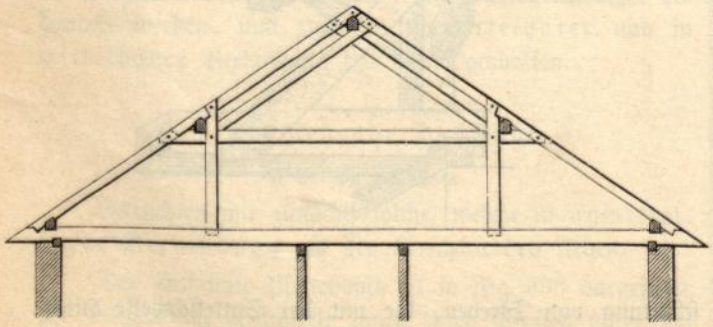
Der Längenschnitt von Fig. 2, Tafel 20, ist in Fig. 440 dargestellt, und zwar im gleichen Maßstabe. Balken und Sparren sind 0,76 m und die Binder 3,80 m von Mitte zu Mitte voneinander entfernt. Ebenso ist auch die Balken- und Sparreneinteilung, sowie die Binderstellung von Fig. 3, Tafel 20, gedacht, deren Längenschnitt von Fig. 440 so wenig abweicht, daß eine besondere Darstellung nicht erforderlich scheint.

Fig. 440.



Wird die Tiefe des Daches so groß, daß eine Firstpfette anzuordnen ist, so wird diese entweder wieder durch einen Stuhlpfosten unterstützt, der sich auf den Brustriegel aufsetzt, oder es wird der doppeltstehende Stuhl nach Fig. 441 mit dem einfachliegenden kombiniert, wodurch die Last der

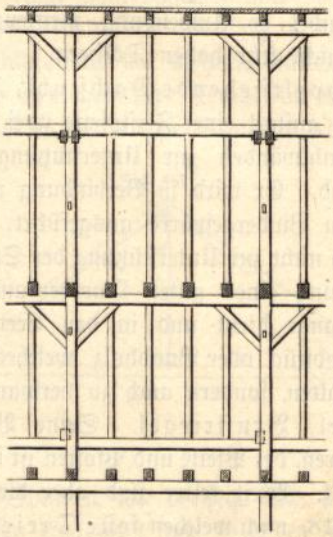
Fig. 441.



Firstpfette auf die Stuhlpfosten übertragen wird; die Verbindung an der Firste ist in Fig. 410 und die an der Zwischenpfette in Fig. 421 dargestellt.

Der dreifachstehende Stuhl mit Kniewand, Fig. 1, Tafel 20, dessen Längenschnitt in gleicher Größe in Fig. 442 dargestellt ist, besteht aus drei Stuhlpfosten, welche die Stuhlpfetten tragen, auf denen die Kehlbalken aufgekämmt sind, die an ihren Enden die Dachsparren und Pfetten aufnehmen. Der Kehlbalken an den Bindern ist

Fig. 442.



zugleich Spannriegel und wird durch drei Paar Kopfbüge abgesteift, während drei weitere Paare auch die Stuhlpfetten gegen Längeverschiebung sichern. Zwischen den unteren Mittelpfetten und der Firstpfette liegen die oberen Mittelpfetten, welche auf Zangen ruhen, die mit dem die Firstpfette stützenden Stuhlpfosten und mit den langen Kopfbändern verschraubt sind.

b) Bei Kehlbalkendächern,

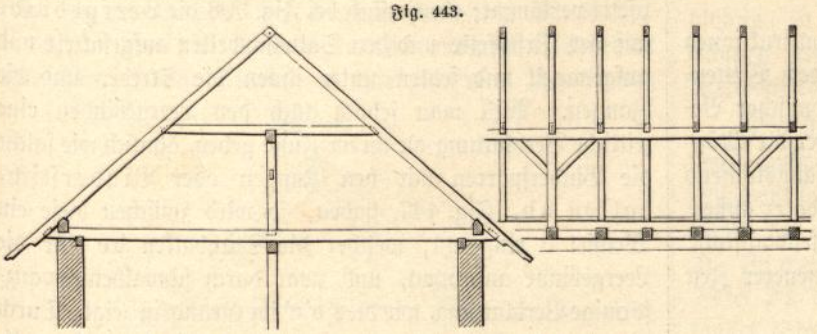
welche mit den Dachbalken in unmittelbarer Verbindung stehen.

Die einfachste Konstruktion dieser Art ist in Fig. 393 dargestellt. Wird die Spannweite größer und dadurch der Kehlbalken länger, so daß Einbiegung zu befürchten ist, dann ist in der Mitte ein Rahmholz, Stuhlpfette, anzubringen, die in Entfernungen von 3 bis 4 m durch mit Kopfbügen versehene Stuhlpfosten zu unterstützen ist, wodurch wieder der einfachstehende Stuhl entsteht, wie er im Quer- und Längenschnitt in Fig. 443 dargestellt ist. Dabei erhalten die Stuhlpfetten eine Breite von 15 bis 18 cm bei einer Höhe von 18 bis 21 cm, je nach der Größe der Dächer, und die Sparren 15 cm Höhe und 12 cm Breite. Die Kehlbalken erhalten nicht selten die Stärke der Sparren; bei größeren Dächern oder Zunahme der freien Legweite werden sie 15 cm breit und 18 bis 20 cm hoch angenommen.

Eine interessante hierher passende Dachkonstruktion bietet die Bogenhalle des alten Gottesackers der Stadt Halle a. S.,[1]) Fig. 444.

Da hier die Sparrengebinde nicht in Dachbalken eingezapft werden konnten wegen der gewölbeförmigen hochgelegenen Holzdecke, sondern mittels der Klaue in Schwellen eingesetzt werden mußten, so galt es, diesen Schwellen eine

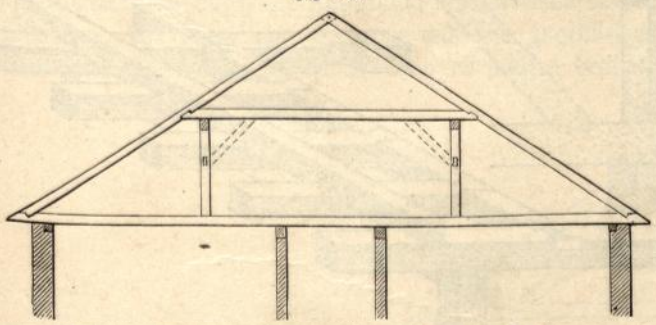
Fig. 443.



durchaus sichere Lage zu geben durch Aufhebung des Seitenschubes der Gebinde, was durch Winkelbänder erfolgte, die mit den tiefliegenden Kehlbalken und dem Sparrenfuß zu festen Dreiecken verbunden sind. Die so gebildete polygonale Form bietet zugleich die erforderlichen Befestigungspunkte zur Herstellung der tonnenartigen Holzdecke.

Bei größerer Länge der Kehlbalken müssen zu deren Unterstützung zwei Stuhlpfetten angeordnet werden, wodurch wieder der doppeltstehende Stuhl, Fig. 445, entsteht. Diese Anordnung läßt den mittleren Speicherraum frei und kommt nicht in Konflikt mit den meistens in der Mitte des Hauses aufsteigenden Schornsteinen, wie dies beim einfachstehenden Stuhle leicht vorkommen kann.

Fig. 445.

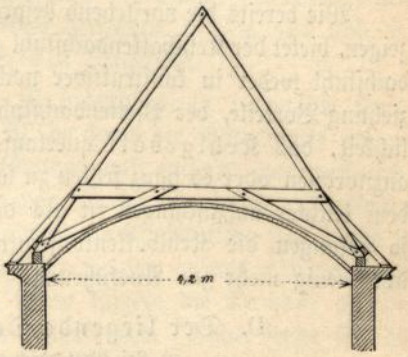


Die punktiert gezeichneten Büge sind nicht durchaus notwendig, wenn die Sparren mit den Kehlbalken, und diese mit den Stuhlpfetten verkämmt werden, und jedes Gebinde ein festes Dreieck bildet; es ist aber stets vorteilhaft, den Stuhl in sich selbst durch Einfügung fester Dreiecke gegen Verschiebungen zu sichern, so daß die Anbringung der Büge zu empfehlen ist.

1) Deutsche Bauzeitung 1883, S. 129.

Ist über dem Kehlgebälke noch ein sogenanntes Hahnengebälk zur Absteifung der Sparren erforderlich, welches in seiner Mitte unterstützt werden muß, dann entsteht eine Kombination des einfachen und des doppeltstehenden Stuhles oder der dreifachstehende Dachstuhl, Fig. 446. Gegen Verschiebung der Dachbinder sind Sturmbänder angeordnet, welche den Bundbalken mit den unteren Stuhlpfosten, dem

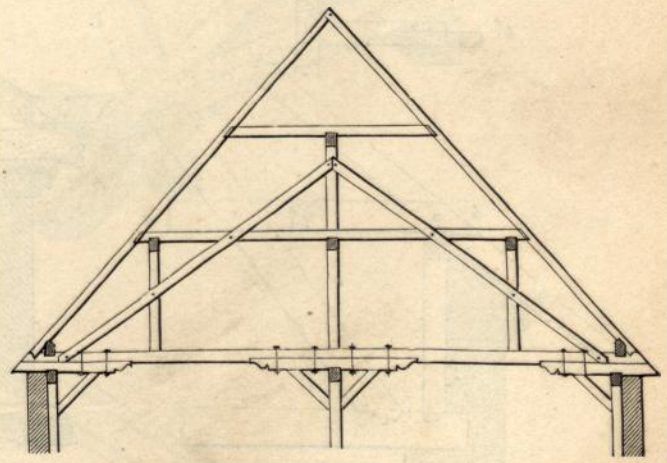
Fig. 444.



Kehlbalken und dem oberen mittleren Stuhlpfosten verbinden. Das über den einfach- und doppeltstehenden Stuhl Gesagte gilt auch hier.

Der stehende Stuhl ist bezüglich der Ausführung und der Leichtigkeit des Aufschlagens die einfachste Konstruktion,

Fig. 446.



die auch für nicht sehr starke Mauern von Vorteil ist, weil diese von der Dachlast nur einen verhältnismäßig kleinen Teil erhalten. Er wird deshalb auch immer noch bei solchen Gebäuden ausgeführt, bei welchen weder die Stuhlpfosten im Dachraume, noch die darunter stehenden Stützen als Hindernis erscheinen. Er sollte aber stets nur dann angelegt werden, wenn die Unterstützungen unmittelbar unter oder möglichst nahe an den Stuhlsäulen liegen, andernfalls ungleiche Senkungen in den ungleich belasteten Deckebalken,

und damit Risse und Sprünge im Deckenputz unvermeidlich sind. Bei der Anordnung in Fig. 445 ist dieser Bedingung thatsächlich nicht entsprochen, und es würde sich hier vielmehr ein liegender Stuhl empfehlen, der immer vorzuziehen ist, wenn der Speicherraum in keiner Weise beengt und die Möglichkeit gegeben sein soll, den Grundriß ganz frei, ohne hemmende Beeinflussung seitens der Dachkonstruktion zu entwerfen, wie dies bei den meisten Privat- und öffentlichen Gebäuden der Fall ist.

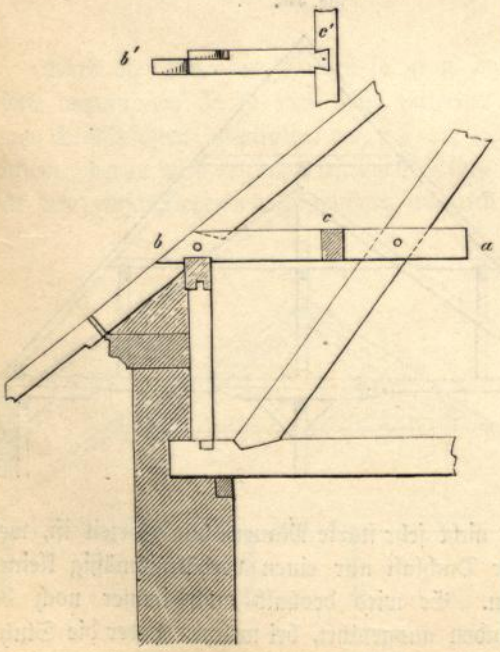
Wie bereits die vorstehend besprochenen Konstruktionen zeigen, bietet der Kehlbalkendachstuhl gegenüber dem Pfettendachstuhl weder in konstruktiver noch in ökonomischer Beziehung Vorteile, der Pfettendachstuhl bietet aber die Möglichkeit, das Kehlgebälk querlaufend oder längslaufend anzuordnen oder es ganz fehlen zu lassen, und da er außerdem leichter aufzuschlagen ist als der Kehlbalkendachstuhl, so gelangen die Kehlbalkenkonstruktionen in neuerer Zeit nur wenig mehr zur Ausführung.

D. Der liegende Dachstuhl.

a) Bei Pfettendächern.

Der liegende Stuhl, von welchem die einfachsten Beispiele in den Fig. 397 und 398 dargestellt sind, ist nach denselben Grundsätzen konstruiert, wie der stehende. Die Fig. 397 zeigt die unmittelbare Verbindung der Dachsparren mit den Kehlbalken und Fig. 398 die mittelbare durch den

Fig. 447.



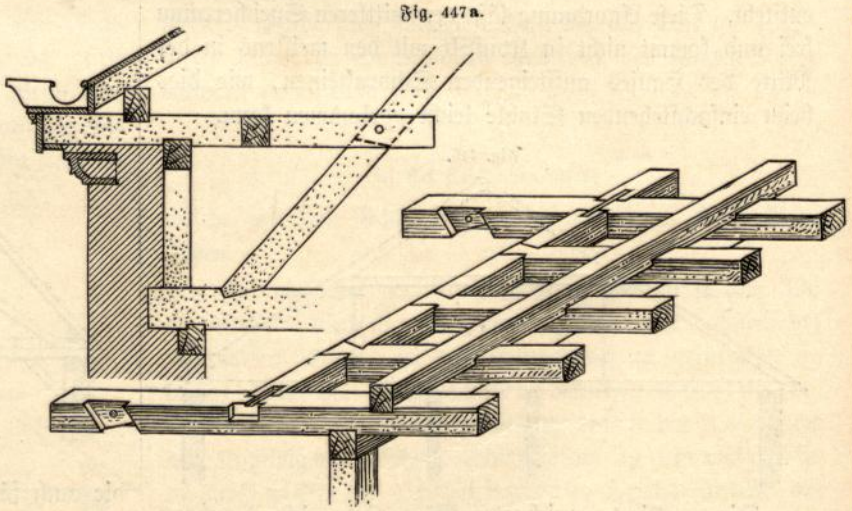
Kniestock. In Fig. 397 ist die Firstpfette mittels zweier Hauptsparren, die mit den Bundsparren parallel liegen, unterstützt, während in Fig. 398 die Firstpfette durch zwei Streben mit zwei Paar Kopfbügen getragen wird. Die Verbindung der Bundsparren, Hauptsparren und Firstpfette, eine sehr solide Sparrenverbindung, haben wir in Fig. 410 und die der Bundsparren mit der Firstpfette und letztere mit den Streben in Fig. 412 kennen gelernt. Die Verbindung am Sparrenfuße mit der Sparrenschwelle und dem Dachbalken zeigt Fig. 403 und 404 und die an der Kniewand und Strebe Fig. 407.

Die Leergebinde sind bei Fig. 397 mit der Firstpfette verkämmt; ebenso sind bei Fig. 398 die Leergebinde auf der Firstpfette und den Sattelschwellen aufgesattelt und aufgenagelt und fehlen unter ihnen die Streben und die Zangen. Will man jedoch auch den Leergebinden eine seitliche Verblattung an ihrem Fuße geben, ähnlich wie solche die Bindersparren mit den Zangen oder Binderstichbalken ab, Fig. 447, haben, so wird zwischen diese ein Wechsel c eingesetzt, welcher die Stichbalken bc für die Leergebinde aufnimmt, und zwar durch schwalbenschwanzförmige Verblattung, wie dies b'c' im Grundriß zeigt. Durch Anordnung eines Stichgebälkes erhält die Sattelschwelle zwischen den Bindern eine gesicherte Lage, und das Stichgebälk kann auch zur Bildung eines hölzernen Hauptgesimses gut verwendet werden, Fig. 447a.

Die Fig. 397 und 398 zeigen die einfachsten Motive des liegenden Dachstuhles, welche bei Zunahme der Tiefe des Daches einer weiteren Entwickelung fähig sind.

So unterscheidet sich Fig. 448 von Fig. 397 nur durch Anordnung von Mittelpfetten, um den zwischen Firstpfette

Fig. 447a.

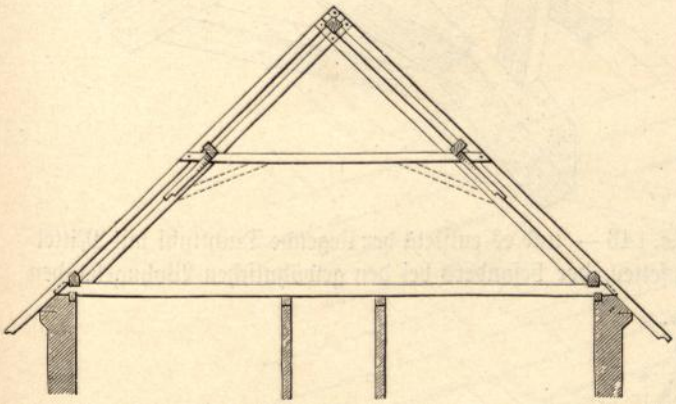


und Sparrenschwellen 8,5 m langen Sparren die erforderliche Unterstützung zu geben. Damit sich die langen Haupt- oder Tragsparren nicht durch den Druck der Mittelpfetten einbiegen, ist ein verdoppelter Spannriegel oder eine Zange angebracht, die bei bedeutender Länge durch die punktiert gezeichneten Büge abgesteift werden kann. Die Mittelpfetten sind mehr belastet als die Firstpfette, weshalb sie

zwischen den Bindern durch Büge unterstützt werden, die auf den Hauptsparren aufgeblattet sind, und die zugleich die erforderliche Verspannung zwischen den einzelnen Bindern herstellen und Verschiebungen in der Längsrichtung des Dachstuhles verhindern. Die Verbindung der Mittelpfette mit Zange, Binder- und Hauptsparren ist in Fig. 428 dargestellt.

Häufiger als die Konstruktionen Fig. 397 und 448 wird in neuerer Zeit der liegende Dachstuhl mit Kniestock, Kniewand, Drempelwand ausgeführt, Tafel 22 und 23, da diese Anordnung eine günstigere Ausbildung

Fig. 448.



der Fassaden ohne Vermehrung der Stockwerkshöhen, und eine bessere Ausnutzung der Dachräume zuläßt. Durch Anlage des Kniestockes steht der Fuß der Sparren nun nicht mehr in unmittelbarer Verbindung mit dem Dachgebälke, wodurch beide unabhängig voneinander werden, was insbesondere für die Anordnung der Balkenlage von großem Vorteil ist. Anderseits wird aber die Festigkeit der Konstruktion durch die Aufhebung des unverschieblichen Dreieckes, das durch zwei Sparren und den zugehörigen Dachbalken gebildet wird, leiden, und es müssen deshalb die Hauptbinder so konstruiert werden, daß die Unverschieblichkeit der Anlage gesichert ist.

Bei Beibehaltung des Konstruktionsmotives Fig. 398 ergiebt sich bei einer Spannweite des Dachstuhles von circa 12 bis 14 m die Konstruktion Fig. 3 und 4, Tafel 23, durch Anordnung von Zwischenpfetten und Unterstützung derselben mit Zangen, die außerdem die Bindersparren und die Streben zusammenfassen und verspannen; die Verbindung ist unter Weglassung der Büge, die einen festen Längen- und Querverband herstellen, in Fig. 427 und die Firstverbindung in Fig. 412 dargestellt.

Die Konstruktion ist brauchbar, so lange die Kniewand nicht sehr hoch ist, da sonst die Mittelpfette sich zu sehr vom festen Unterstützungspunkt entfernt, der im Durchschnitt der Mittellinien von Strebe und Zange anzunehmen ist. In diesem Fall verdient die Konstruktion Fig. 1 und 2, Tafel 23, den Vorzug, bei welcher anstatt einem Paar langer Streben zwei Paar kürzere die Dachlast auf die Enden der Binderbalken überführen. Dabei setzen sich die unteren Streben mit ihrem Kopfende und die oberen mit ihrem Fußende in den Spannriegel ein, Fig. 449 (ohne die obere Strebe).

Fig. 449.

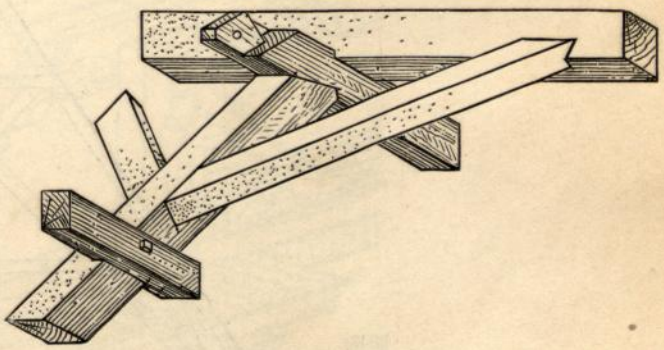
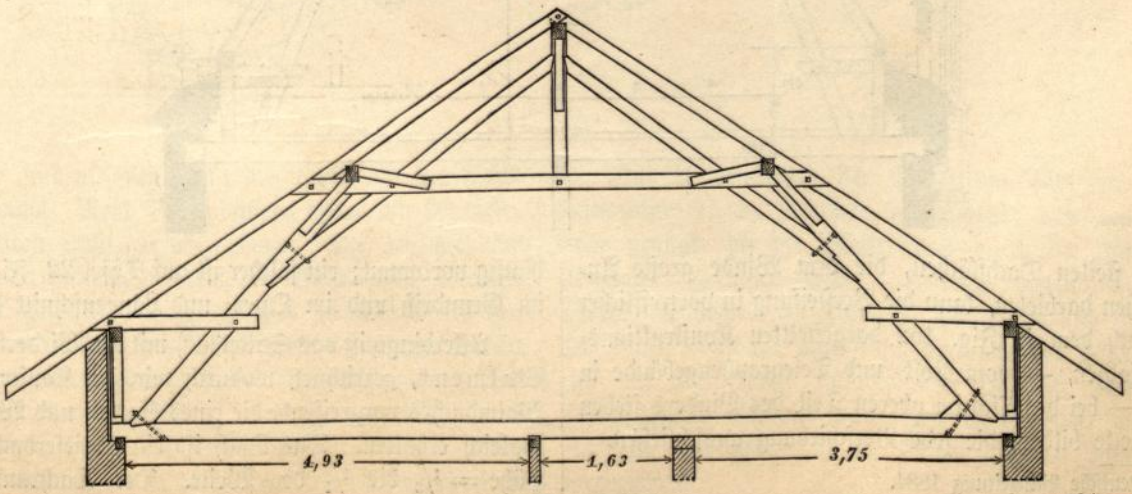


Fig. 450.



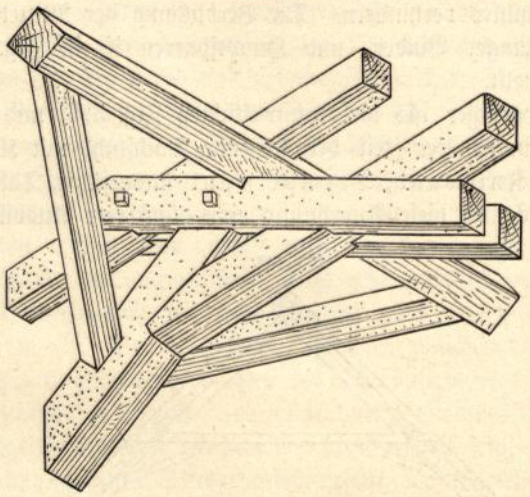
Ist ein Kehlgebälk anzulegen, so kann dasselbe ähnlich wie bei Fig. 1, Tafel 22, parallel zu den Pfetten auf die Spannriegel oder die Zangen aufgelegt und mit diesen verdollt oder verkämmt werden. Müssen letztere unterstützt werden, so geschieht dies am zweckmäßigsten durch Einfügung einer Hängesäule, die durch das obere Strebenpaar getragen wird. Durch die Kehlbalken wird der durch die Büge bewirkte Längenverband der Dachstuhlkonstruktion noch vermehrt.

Die Konstruktion Fig. 1, Tafel 23, findet häufigere Verwendung als die Fig. 3, weil sie zum Querverbande bloß einen Spannriegel und keine Zange, und kürzere Hölzer zu den Streben verlangt, sich deshalb leichter aufschlagen läßt und den Mittelpfetten eine bessere Unterstützung bietet.

Eine Abänderung dieser Konstruktion ist in Fig. 450 dargestellt, wobei sich die obere Strebe unmittelbar in die untere mit Zapfen und Versatzung einsetzt, so daß sich in Verbindung mit der Doppelzange ein festes Dreieck bildet; die Verbindung mit etwas abgeänderter Pfettenlage zeigt Fig. 451.

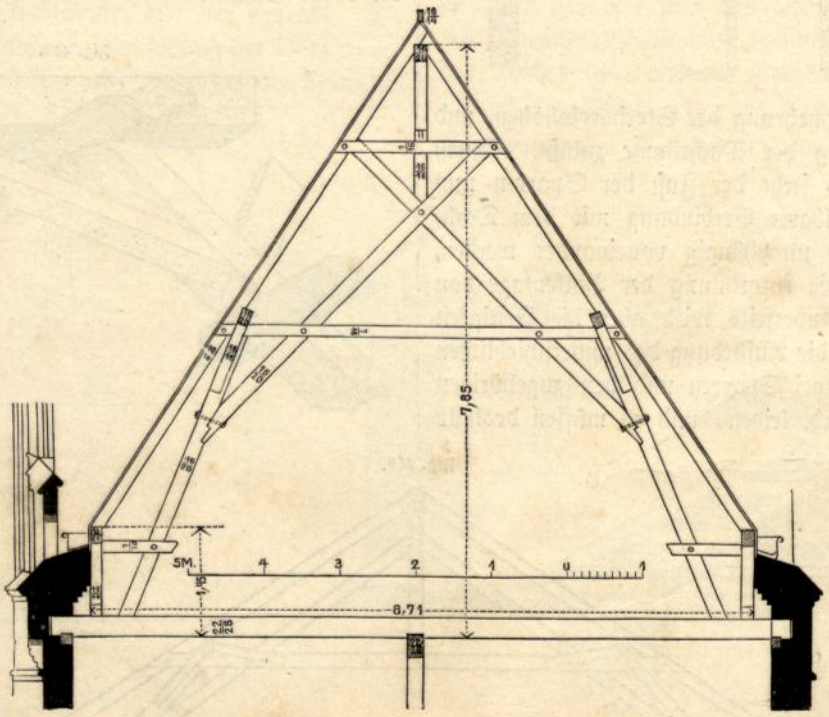
Bei Spannweiten von 10 bis 11 m wird der oberhalb der Zwischenpfetten liegende Sparrenteil so kurz, daß die Firstpfette entbehrt werden kann — siehe hierwegen

Fig. 451.



S. 143 — und es entsteht der liegende Dachstuhl mit Mittelpfetten, der besonders bei den gewöhnlichen Wohngebäuden

Fig. 452.



Bei steilen Dachflächen, die dem Winde große Angriffsflächen darbieten, kann die Versteifung in vortrefflicher Weise nach dem in Fig. 452 dargestellten Konstruktionssystem erfolgen, — vom Post- und Telegraphengebäude in Lübeck[1]) — bei dem sich im oberen Teil des Binders sieben feste Dreiecke bilden, die jede Verschiebung ausschließen.

häufig vorkommt; ein solcher ist auf Tafel 22, Fig. 1 bis 3, im Grundriß und im Quer- und Längenschnitt dargestellt.

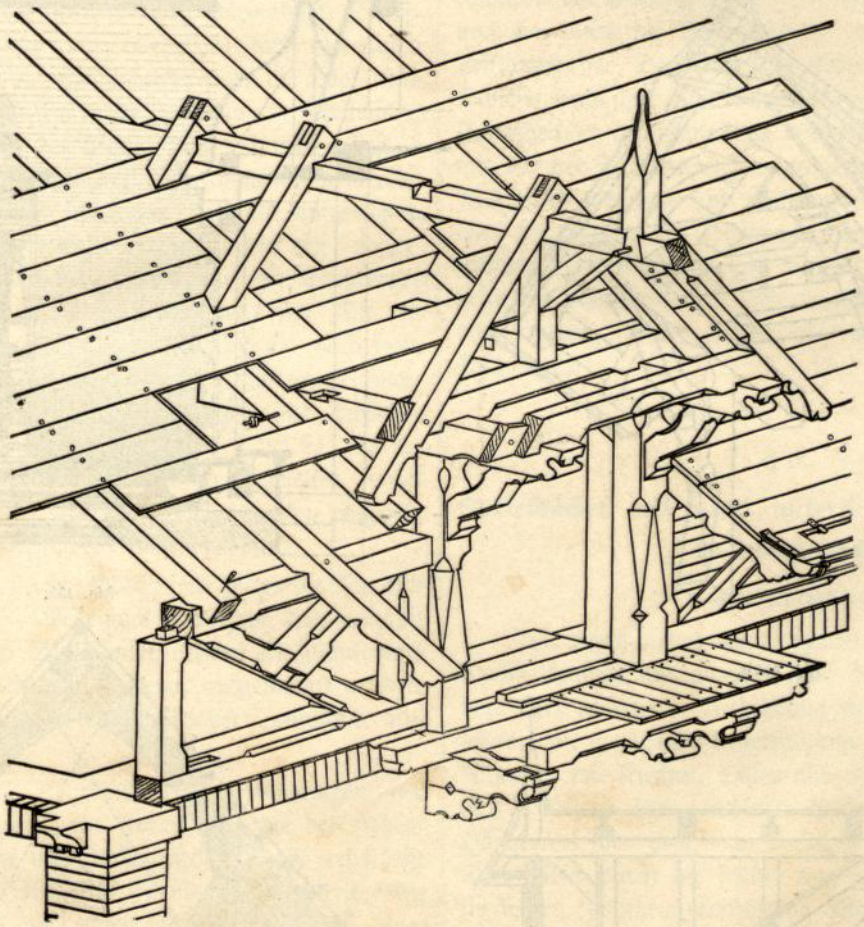
Allerdings ist das Satteldach mit der Wiederkehr, „dem Walmen", gezeichnet, wodurch wir, der Konstruktion des Walmdaches vorgreifend, die eines Sattel- und Walmdaches zugleich erhalten. Das Dach ist ein Schieferdach von der Höhe $= 1/3$ bis $1/4$ der Weite. Der Dachraum ist der

1) Deutsche Bauzeitung 1884.

Länge nach durch Anlage eines Ganges, von dem man zu beiden Seiten in die Kammern gelangt, in drei Teile zerlegt, von welchen der Gang eine Balkendecke, die Kammern dagegen eine aus Sparren und Balken gebildete Decke erhalten. Die Balkendecke besteht außer den Pfetten noch aus drei Kehlbalken, die wie die ersten auf den Spannriegeln der Binder ruhen und vom letzten Binder, Fig. 3, bis zur Pfette des Walmen vortreten, mit welcher sie verzapft sind. Durch diese Anordnung geht die Balkendecke in die Sparrendecke ohne störende Unterbrechung über, was nicht der Fall ist, wenn die Kehlbalken auf den Pfetten neben den Sparren Quer- und Längeverspannung erhält, wieder entfernt werden, da sie die Kammern verunstalten würden.

Billiger und einfacher jedoch ist eine provisorische Versteifung des Dachstuhles mittels Dielen. An das dem letzten Binder angehörige Sparrengebinde, Fig. 2 bis 3, schmiegen sich die Gratsparren an, an welchen die sogenannten Schiftsparren, Schifter, durch Nägel befestigt werden. Sollte das Kehlgebälk nicht bis zur Pfette des Walmen reichen oder ein solches überhaupt fehlen, so ist es zweckmäßig, die an den Wiederkehren verzapften oder verblatteten Pfetten durch ein Winkelband, Fig. 2, zu verspannen.

Fig. 453.



ihr Auflager finden, weil dann die Pfette vor die Decke zu liegen kommt. Neue Verbindungen haben wir bei dieser Dachkonstruktion nicht zu verzeichnen. Die verschiebbare Trapezform der Binder, gebildet aus Bundbalken, Streben und Spannriegel, wird unverschiebbar gemacht durch den Dreiecksverband mittels der Büge, welche zwischen Strebe und Spannriegel angebracht sind. Die Pfettenbüge sind in Fig. 1 bis 3 nur punktiert, weil sie gewöhnlich nach dem Aufschlagen, bezw. nach Vollendung des Innbaues des Speichers, wodurch die Dachkonstruktion die erforderliche

Zur Unterstützung der Pfette am Walmen werden sogenannte halbe Binder angeordnet, von denen hier einer genügt, da die Pfette schon durch die Zapfen der Kehlbalken getragen wird. Derselbe besteht aus einer Strebe, die mittels der Klaue die Pfette faßt und sie außerdem durch Kopfbüge unterstützt, während der Strebefuß in eine auf drei Balken aufgekämmte Schwelle versatzt ist. Dieser letztere Verband ist wegen Vermeidung von Verschiebung dem Aufklauen der Strebe auf den Wandbalken vorzuziehen.

Die gewöhnliche Konstruktion der Dachaufsätze zur Aufnahme der Flügelfenster für die Beleuchtung der Kammern ist auf der linken Seite von Fig. 1 und im Grundriß, Fig. 2, gezeichnet, während die Anordnung eines Stellfensters auf der rechten Seite von Fig. 1 dargestellt ist.

Fig. 453a.

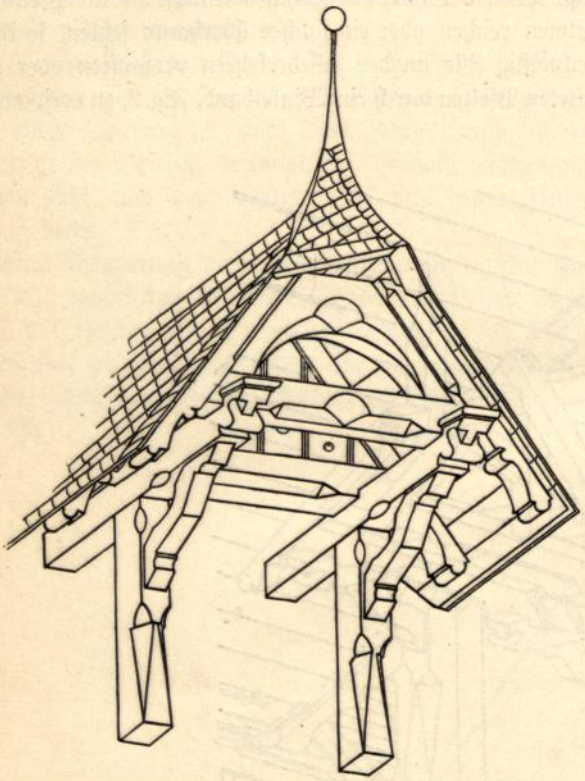
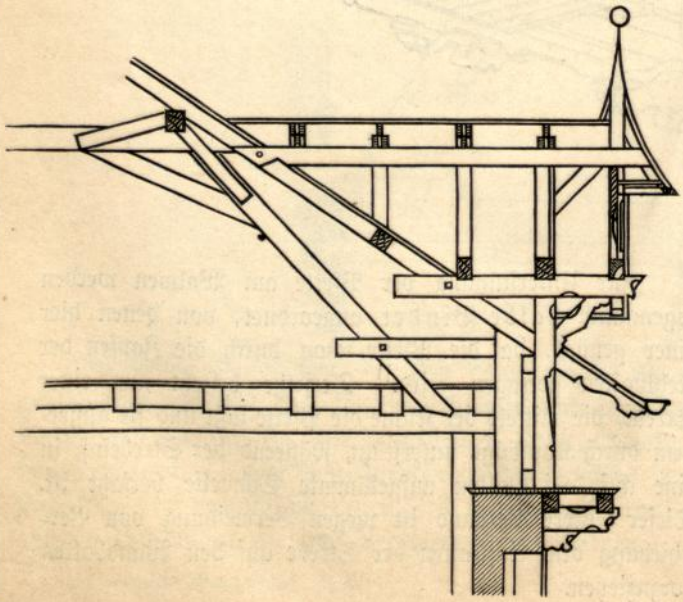


Fig. 453b.



Anschließend hieran geben wir in Fig. 453[1]), 453[a], 453[b] und 454[2]) noch zwei Konstruktionen von Dachlucken, die einer weiteren Erklärung nicht bedürfen.

Schließlich soll hier auf den interessanten Versuch hingewiesen werden, die Dachbinder durch Mauerbogen zu ersetzen, auf die dann die liegenden Sparren unmittelbar aufgelagert werden, Fig. 455.[3])

Fig. 454.

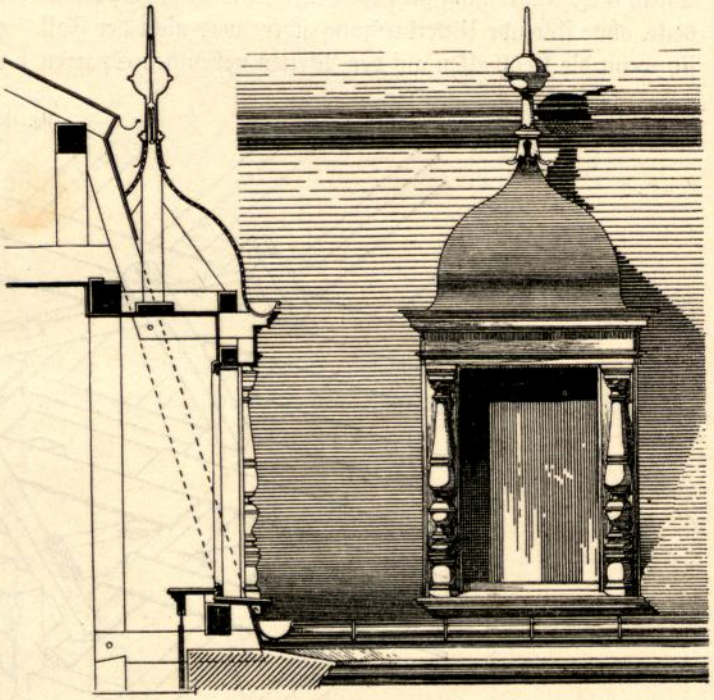
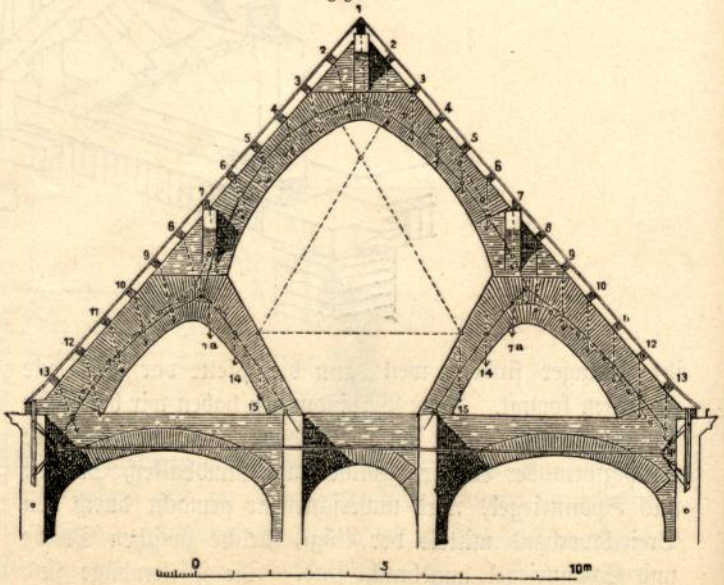


Fig. 455.



1) Kircher, Vorlagen für den gewerblichen Fachunterricht.
2) Neumeister & Häberle, Die Holzarchitektur.
3) Centralblatt der Bauverwaltung 1887.

b) Bei Kehlbalkendächern.

Zwei auf Tafel 21 dargestellte Beispiele zeigen liegende Stühle mit Kehlbalken, bei denen der Quer- und Längenverband der Binder und die Absteifung der Dachflächen allen Anforderungen entspricht.

Die einfachere Konstruktion, Fig. 1 bis 2, besteht aus den auf die Dachbalken aufgekämmten Stuhlschwellen, auf denen die liegenden Stuhlsäulen stehen, die zu ihrer Verspannung beim Aufschlagen ein Querholz, den Spannriegel, bedürfen, welcher durch Büge oder Strebebänder unterstützt wird, die hauptsächlich aber zur Feststellung des trapezförmigen Binders angebracht werden. In die Stuhlsäulen werden die Rahmhölzer, Dachrähme, Stuhlpfetten gelegt, weshalb sie oben mehr Holzstärke als unten haben müssen. Von den Stuhlsäulen gehen die Kopf- und Fußbüge — Kopf- und Fußbänder — aus zur Versteifung der Stuhlsäule, sowie der Pfette und Schwelle, Fig. 1 und 2. Nachdem die Binder so weit aufgeschlagen sind, werden die Kehlbalken gelegt und die Sparrengebinde aufgerichtet. Die Bindersparren liegen auf den Stuhlsäulen auf; außerdem noch, wie auch die Leergebinde, auf der Stuhlpfette und den Kehlbalken, mit denen sie verkämmt sind. Die den Bindern zunächst liegenden Leergebinde werden auch noch durch Kopf- und Fußbüge, auf denen sie aufliegen, unterstützt. Der Dachstuhl heißt auch verschwellter liegender Stuhl, und stellen Fig. 402 und Fig. 5, Tafel 21, die betreffenden Verbindungen dar. Fehlen die Schwellen, wobei die Stuhlsäulen, Fig. 4, sich in die Bundbalken einsetzen, dann entsteht der unverschwellt liegende Stuhl.

Die Verbindung bei der Stuhlpfette zeigen die Fig. 429 und Fig. 6, Tafel 21. Miteinander versatzt und verzapft sind Spannriegel und Stuhlsäule; versatzt Stuhlsäule und Kehlbalken, auf welche die Sparren aufgekämmt werden. Die Stuhlpfette ist in den Ausschnitt der Stuhlsäule eingesetzt und eingezapft.

Im allgemeinen erfordern die Verbindungen des liegenden Stuhles weit mehr Arbeit, als die des stehenden, und insbesondere viel stärkere Hölzer. So erhält die Fußschwelle 21 cm Höhe und 27 bis 28 cm Breite; die Stuhlsäule oben 30 cm, unten 25 cm Breite bei einer Stärke von 18 bis 20 cm, welches auch die Abmessungen des Spannriegels sind; die Kehlbalken und Sparren $^{12}/_{16}$ cm und endlich das Rahmholz — Stuhlpfette — $^{16}/_{22}$ cm.

Bei größerer Gebäudetiefe wird zur Unterstützung des Spannriegels und der Kehlbalken in deren Mitte eine Stuhlwand derart angeordnet, daß die Pfette unter die Kehlbalken und über den Spannriegel zu liegen kommt, welcher durch den Stuhlpfosten unterstützt wird, Fig. 3, Tafel 21. Die Kopfbüge zwischen dem liegenden Stuhlpfosten und Spannriegel würden nun aber leicht ein Durchbiegen des letzteren verursachen, wenn man nicht die erstere mit dem Spannriegel überblattete und in den Kehlbalken und in die Stuhlsäule ebenfalls mit einem schwalbenschwanzförmigen Blatte einließe. Durch diese Anordnung geht übrigens einer der am meisten gerühmten Vorteile der liegenden Dachstühle, ein freier Bodenraum, größtenteils wieder verloren.

Die auf Tafel 21 dargestellten Dachkonstruktionen sind ungeachtet ihrer Solidität veraltet und werden selten mehr ausgeführt, und zwar wegen allzu großen Aufwandes an Material und Arbeit und wegen schwieriger Reparatur insbesondere der Stuhlschwellen und Stuhlpfetten. Dazu kommt noch der durch die Aufschieblinge sich bildende sogenannte Leistbruch der Dachflächen, welcher mittels Ziegel oder Schiefer nicht gut dicht eingedeckt werden kann, sowie die Unfreiheit in der Einteilung des Speichergebälkes, welche mit der der Dachsparren in innigem Zusammenhange steht. Aus diesen Gründen und insbesondere wegen der Möglichkeit, Kniewände in beliebiger Höhe anordnen zu können, verdienen die besprochenen, auf Tafel 22 und 23 dargestellten Konstruktionen des liegenden Pfettendachstuhles den Vorzug (siehe auch die Bemerkungen hierüber Seite 146).

§ 6.

Satteldächer mit nicht unterstützten Balkenlagen. (Hängewerksdächer.)

a) Bei Pfettendächern.

Wir haben bisher eine von unten hinlänglich unterstützte Dachbalkenlage angenommen und das Dach in unmittelbare oder mittelbare Verbindung mit ihr gebracht. Fehlt jedoch eine genügende Unterstützung, wie dies bei größeren Räumen, wie Kirchen, Sälen aller Art und dergl., der Fall ist, so bringt man entweder in der Dachkonstruktion ein Hängewerk an, oder man verstärkt alle oder einzelne der Dachbalken durch die früher angegebenen Mittel, so daß sie keiner Zwischenunterstützung bedürfen.

Heute wendet man wohl nur noch die erste Konstruktionsweise an, während man früher vielfach die beiden Methoden vereinigte, um die Anzahl der Hängesäulen möglichst zu verringern.

Die Balken können je nach ihrer Spannweite, Belastung und Stärke ein-, zwei- oder mehrmals mit Hängesäulen aufgehängt werden, wonach man ein *einfaches*, *zweifaches* oder *mehrfaches* Hängewerk erhält.

Die Anordnungen der Deckengebälke, wo solche vorhanden sind, und der Unterzüge oder Überzüge sind bereits

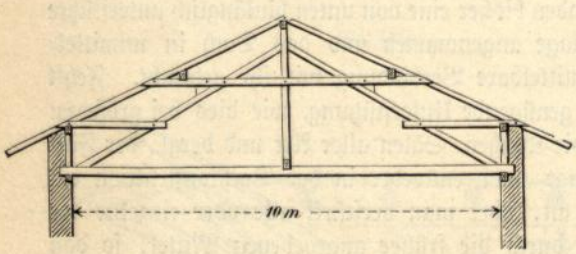
S. 40 und 41 besprochen und in Fig. 135 dargestellt worden, worauf wir des Näheren verweisen.

Da sich die Pfettendächer leicht in Verbindung mit Hängewerken ausführen lassen, so wird sich die Anlage der Hängesäulen, bezw. ihre Entfernung voneinander im allgemeinen nach der der Pfetten richten; doch können die Hängesäulen auch zwischen den Pfetten angeordnet werden, s. Tafel 26, Fig. 1, wodurch jedoch ziemlich bedeutende Biegungsbeanspruchungen in den tragenden Konstruktionsteilen hervorgerufen und auch die Verbindungen schwierigere werden.

Einige Beispiele von Pfettendächern mit Hängewerken sind auf Tafel 24, Fig. 1 bis 3, gegeben, mit einem, zwei und drei Aufhängepunkten. Es wird in jedem einzelnen Fall je nach der Deckelast zu bestimmen sein, welche Anordnung zu wählen ist.

Eine einmalige Unterstützung zeigt Fig. 3, wobei die Leerbalken mit dem auf ihnen liegenden und sie rechtwinkelig kreuzenden Träger, „Überzug", durch Schraubenbolzen verbunden sind, eine Anordnung, bei der die Deckenfläche nicht unterbrochen wird. Darf hingegen durch vortretende Hölzer die Decke in Felder zerlegt werden, so legt man die Träger, „Unterzüge", unter die Balken, Fig. 1 und 2, bei welch' letzterer die Unterzüge nach der Tiefe und die Balken nach der Länge des Hauses zu liegen kommen. Die in Fig. 2 an den Enden des Unterzuges gezeichneten Sattelhölzer tragen zu seiner Verstärkung wesentlich bei, wodurch unter Umständen die von den Mittelpfetten ausgehenden Hängeeisen erspart werden können.

Fig. 456.



Bei den Dachkonstruktionen, Fig. 2 und 3, ist der einfache, bei Fig. 1 der doppelte Hängebock verwendet. Da die Hängewerkstreben, Fig. 2 und 3, durch Mittelpfetten, und in Fig. 2 noch durch Hängeeisen belastet sind, bedürfen sie einer Versteifung, die in Fig. 2 durch schräge, von der Hängesäule ausgehende Stützen — sogenannte Gegenstreben — bewirkt wird, die mit den Hauptstreben wieder einfache Hängewerke bilden, während in Fig. 3 eine Doppelzange eingelegt ist, die den Dachraum weniger beengt, eine sehr gute Dreiecksverbindung gewährt und zur Bildung eines Kehlgebälkes benutzt werden kann. Nur in den Fällen, in welchen die Mittelpfetten zur Anbringung von Hängeeisen bezw. Hängesäulen benutzt werden, ist die Konstruktion Fig. 2 jener in Fig. 3 vorzuziehen.

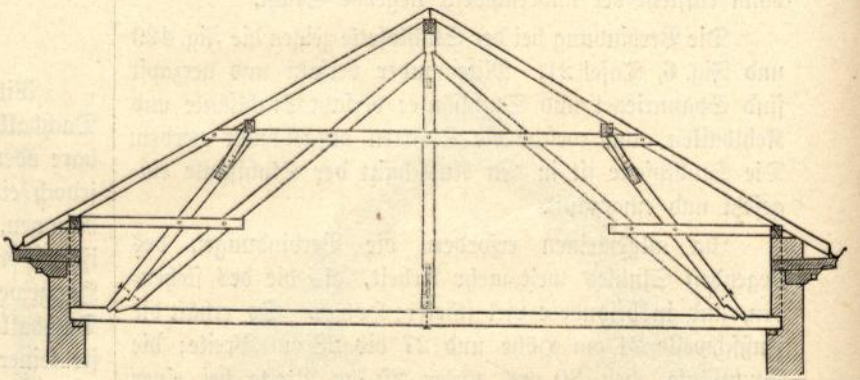
Der Längenverband, Fig. 1 bis 3, wird durch Kopfbüge hergestellt; noch weit solider kann er in Fig. 3 ausgeführt werden durch Anordnung zweier Halbhölzer zu beiden Seiten der Hängesäule, welche mit letzterer verbolzt und in die Zange eingelassen sind, wodurch eine mit den Pfetten parallel laufende Zange entsteht, die die Füße der Andreaskreuze aufzunehmen hätte, die zwischen den Bindern zur Versteifung und weiteren Unterstützung der Firstpfette anzubringen wären (siehe Tafel 26, Fig. 1 und 2).

Die Sparren müssen bei Dächern ohne Firstpfette, Fig. 1, Tafel 24, von gleicher Stärke sein, dagegen kann diese, wenn auf Billigkeit gesehen werden muß, nach oben abnehmen um 2 bis 3 cm nach der Breite und Höhe der Sparren, wenn eine Firstpfette vorhanden ist.

Die Verbindungen an den Knotenpunkten, Fig. 1 bis 3, Tafel 24, finden sich im III. Kapitel, § 1, worauf wir verweisen.

Wendet man die Konstruktion Fig. 3, Tafel 24, in Verbindung mit einer Kniewand an, so ergiebt sich die Anordnung Fig. 456, die jedoch nur dann zu empfehlen ist, wenn die Mittelpfette nicht zu weit, höchstens 1 m, von dem Durchschnittspunkt der Strebe mit dem verdoppelten Spannriegel zu liegen kommt; zur besseren Verspannung empfiehlt es sich, zwischen Strebe und Spannriegel ein keilförmig gestaltetes Holz einzuschieben und sorgfältig zu verbolzen.

Fig. 456a.

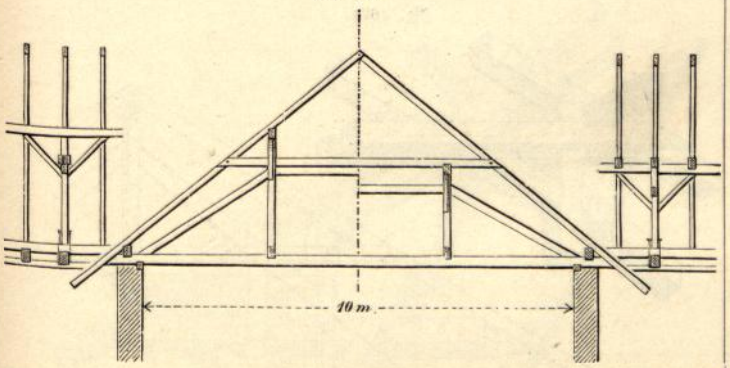


Wird der Kniestock so hoch, oder das Dach so flach, daß die Mittelpfette nach der Konstruktion Fig. 456 ungenügend unterstützt wird, so sind nach Fig. 456a besondere Streben einzufügen, die mit den Hauptstreben versatzt und gut verbolzt werden.

Die Konstruktion des doppelten Hängebockes, Fig. 1, Tafel 24, bleibt dieselbe, wenn auch die Kniewand fehlt

und die Sparren nach bekannter Art in die Dachbalken eingezapft sind, wobei die Sparrengebinde an Festigkeit wesentlich gewinnen. Zwei Abänderungen dieser Konstruktion sind in Fig. 457 dargestellt, und zwar auf der rechten Seite mit, auf der linken ohne Kehlgebälk, was durch die beiden Längenschnitte weiter erklärt ist. Während bei Fig. 1, Tafel 24, die Bindersparren nicht besser wie die Leergebinde unterstützt sind, ist in Fig. 457, linke Seite, der

Fig. 457.



Bindersparren durch einen verdoppelten Kehlbalken — Zange, Spannkehlbalken — gefaßt, wodurch der Querverband des Dachbinders wesentlich gewonnen hat. Durch die Anordnung von Kopfbügen können drei bis vier Leergebinde zwischen die Binder gelegt werden.

Besser noch ist die Konstruktion nach Fig. 458 mit verdoppelter Hängesäule, da diese mit Spannriegel und

Fig. 458.

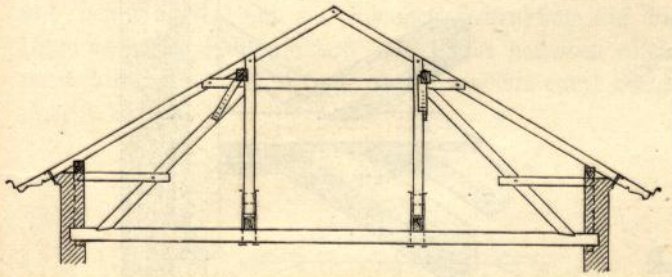
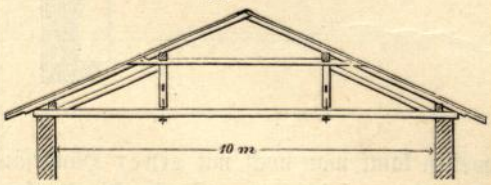


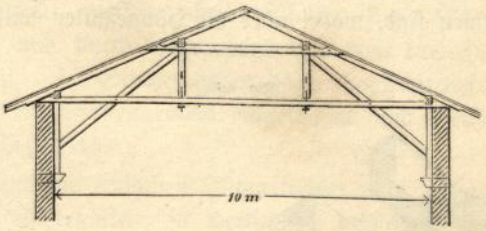
Fig. 458a.



Bundsparren ein festes Dreieck bildet, das die Pfette umfaßt; die zur Längsverspannung dienenden Büge können entweder von den Streben oder von den Hängesäulen ausgehen, wie dies in der Zeichnung angegeben ist.

Eine Abänderung der Konstruktion giebt Fig. 458a, bei der einfache Hängesäulen und Doppelzange unter Weglassung eines besonderen Spannriegels angenommen sind, und Fig. 458b zeigt eine Anordnung, bei der der Zugbalken verdoppelt und noch durch Sprengstreben unterstützt wird, die sich in Wandpfosten einsetzen, die unten in steinerne Konsolen und oben in die Schwellen eingezapft sind; die

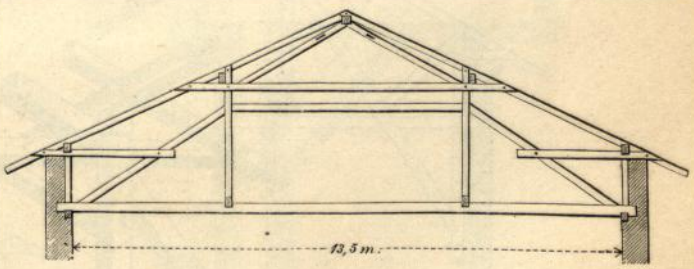
Fig. 458b.



Spannriegel sind auch hier verdoppelt angenommen. Diese Anordnung eignet sich insbesondere für Holzbauten, bei denen die Wände mit dem Dachstuhl in feste, unverschiebliche Verbindung gebracht werden müssen. Derartige Dachstühle sind häufig mit „Vordächern" zu verbinden, wie z. B. bei Güterhallen, um geschützte Plätze zum Verladen zu erhalten. Tafel 25, Fig. 1, zeigt eine solche Anordnung, bei der zur Bildung des Vordaches die beiden Dachflächen verlängert und zwei Fußpfetten angebracht sind, welche auf Zangen ruhen, durch die die Sprengstreben gehen, die mit den Bindersparren verblattet und in die Wandpfosten eingesetzt sind.

Eine Anwendung des doppelten Hängebockes bei der Anlage einer Firstpfette zeigt Fig. 459, bei welcher Konstruktion die Mittelpfetten und Bindersparren mit Hängesäulen und verdoppeltem Spannriegel gut verbunden sind.

Fig. 459



Einige weitere Anordnungen geben die Fig. 460 und 460a, bei denen einfache Hängesäulen und Doppelzangen unter Weglassung des Spannriegels angeordnet sind; die oberen Streben fassen ebenfalls eine Hängesäule, die mit der Doppelzange verbunden ist und die Firstpfette aufnimmt.

In Fig. 461 ist auch die Strebe verdoppelt und mit einem doppelten Wandpfosten versatzt und verbolzt, nach dem System Tafel 26, Fig. 4 und Fig. 463.

Liegen die Pfetten bei diesen Konstruktionen annähernd gleich weit auseinander, wie dies im allgemeinen der Fall zu sein pflegt, so wird das Mittelfeld des aufgehängten Bundbalkens etwa doppelt so lang wie die Endfelder, so daß unter Umständen bedeutende Querschnittsabmessungen für diesen Balken erforderlich werden. Fig. 1, Tafel 26, giebt eine Konstruktion, bei der die Balkenfelder gleich lang angenommen sind, wobei aber die Hängesäulen seitlich der unterstützt sie auch den doppelten Spannriegel in seiner Mitte und trägt nach Anordnung einer mit den Pfetten parallelen Zange und Strebebändern, Fig. 2, zu einem tüchtigen Längenverbande wesentlich bei.

Diese Konstruktion kann, wenn das Gebälk nicht stark belastet ist, und wenn zwei Mittelpfetten angeordnet werden, wie auf der rechten Seite von Fig. 1 angenommen ist, bis zu 18 m Tiefe ausreichen.

Fig. 460.

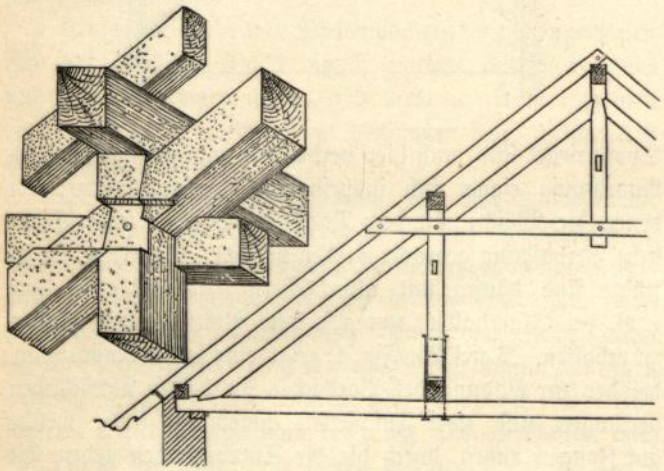


Fig. 460 a.

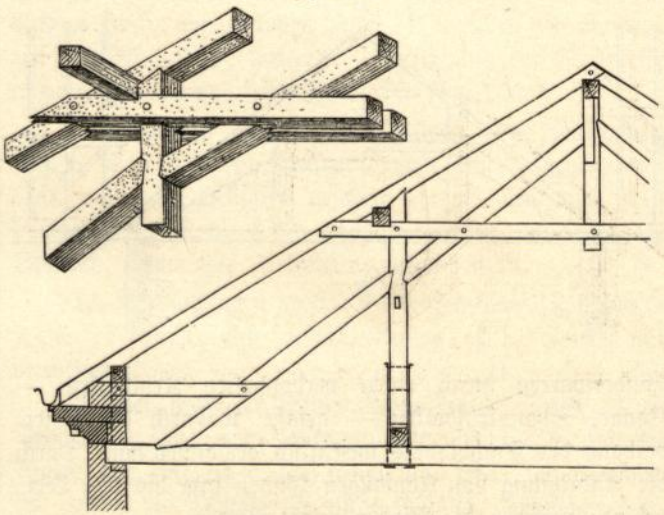


Fig. 461.

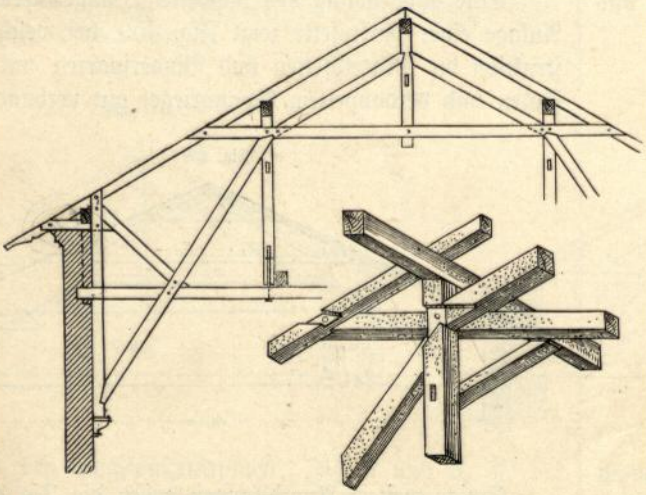
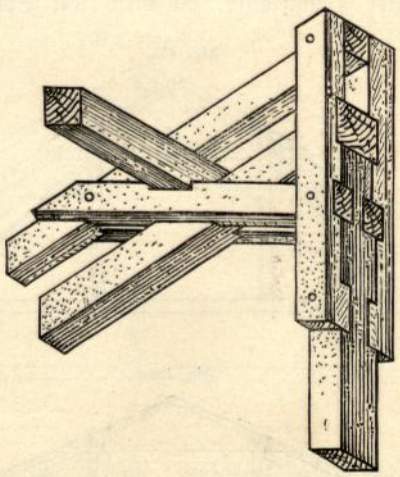


Fig. 462.

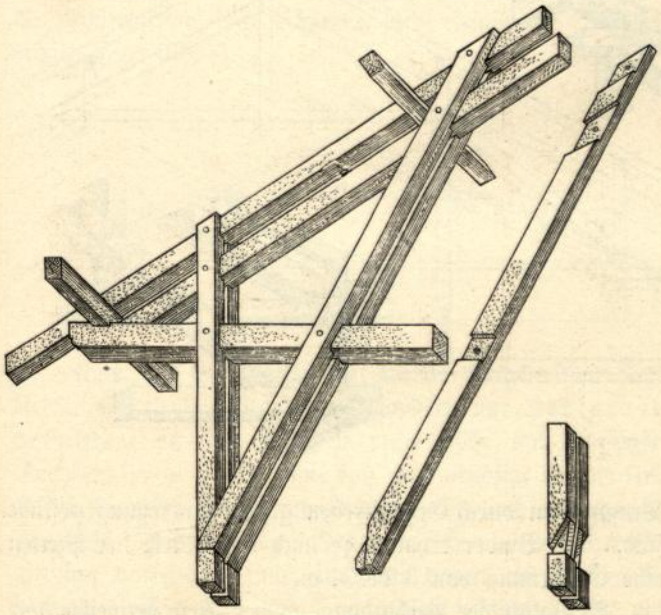


Durchschnittspunkte von Strebe und Doppelzange angeordnet und mittels Laschen A, Fig. 1 — siehe auch Fig. 124 — mit Hängestreben, Bindersparren und Zange verbunden und verbolzt sind. Fig. 3, Tafel 26, und Fig. 462 zeigen die Verbindung des Hauptknotens in doppelter Größe; a sind die Laschen, in die sich die unter der Strebe stumpf abstoßende Hängesäule einhakt. Während die mittlere Hängesäule den Streben einen soliden Anschluß gewährt,

Zuweilen kann man noch mit einer Hängesäule ausreichen, wenn man mit einigen Konstruktionsteilen unterhalb des Haupttramens hinabgehen darf, ein Fall, der bei Reit- und Exerzierhäusern u. s. w. vorkommen kann, besonders dann, wenn keine geschlossene Balkenlage verlangt wird, und es daher nur auf Unterstützung der Binderbalken ankommt. Wenn man nämlich, nach Fig. 4, Tafel 26, von den Umfangswänden aus Streben, die den Haupt-

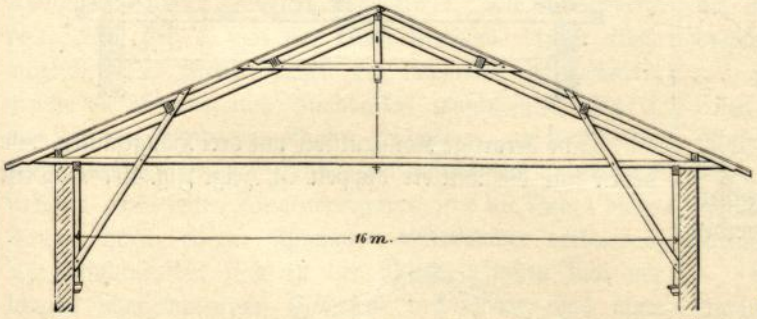
tramen und die Hängestreben umfassen, anordnet, so läßt sich die freie Länge des Hauptbalkens so einschränken, daß eine Unterstützung in der Mitte ausreicht. Diese Streben sind doppelt und stemmen sich gegen Doppelpfosten, die dicht an der Umfangsmauer auf einem Absatze derselben oder auf Konsolen stehen können, und den Hauptbalken, die Hängestreben und die Dachsparren umfassen, Fig. 463.

Fig. 463.



Diese Anordnung gewährt eine sehr feste Dreiecksverbindung und den Vorteil, daß ein etwaiger Seitenschub auf die Umfangswände nicht auf das obere Ende derselben allein wirkt, sondern durch die Doppelpfosten auf ihre ganze Länge verteilt wird.

Fig. 464.

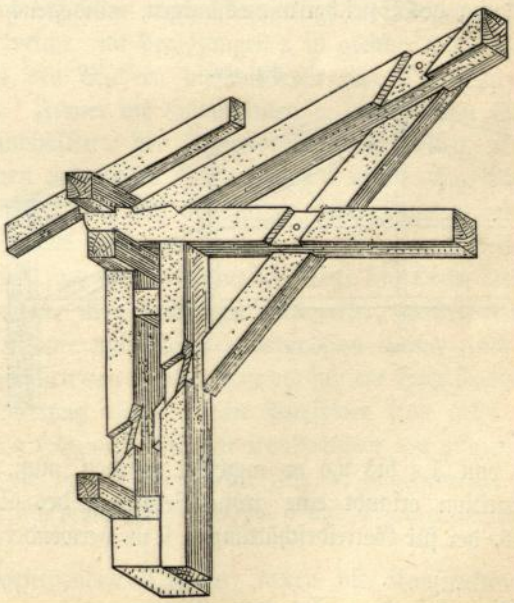


Eine Modifikation der Konstruktion zeigt Fig. 464, bei der die Doppelzange und die Sprengstreben die Hauptstreben unmittelbar bei den Mittelpfetten fassen, und die mittlere Hängesäule im unteren Teil durch ein Hängeeisen ersetzt ist.

Besonders auch bei hölzernen Umfassungswänden läßt sich die beschriebene Konstruktion mit Vorteil anwenden, wenn man, wie auf der rechten Seite von Fig. 4, Tafel 26, gezeichnet ist, statt der Doppelpfosten einen sogenannten Klebpfosten (Klappstiel) in etwa 0,3 m Entfernung von dem auf den Binder treffenden Wandpfosten oben in den Hauptstramen zapft und unten auf einen Absatz der Fundamentmauer stellt, zwischen beide Pfosten kurze Klötze etwas einläßt und durch Schraubenbolzen diese drei Hölzer fest vereinigt. Die Streben gehen dann möglichst tief herunter, sind in die Pfosten etwas eingekämmt und ebenfalls verbolzt, Fig. 464a.

Sind die einfachen Hängestreben nicht in genügender Stärke zu erhalten, so werden sie unterhalb doppelt genommen, nach Fig. 1, Tafel 27, und ein doppelter Hängebock in den einfachen eingeschlossen. Hierbei sind alle Hängesäulen doppelt, und der horizontale Spannriegel ist mit den kürzeren Streben stumpf zusammengeschnitten. Will man indessen die feste Dreiecksverbindung durch den Spannriegel nicht aufgeben, so kann man diesen doppelt nehmen, Fig. 2 und 3, und ihn so ausschneiden, daß die kurzen Streben sich wieder gegen volles Hirnholz stemmen, die längeren Streben aber noch zangenartig umfaßt werden. Die Hängesäulen werden nun sämtlich einfach und die beiden

Fig. 464a.

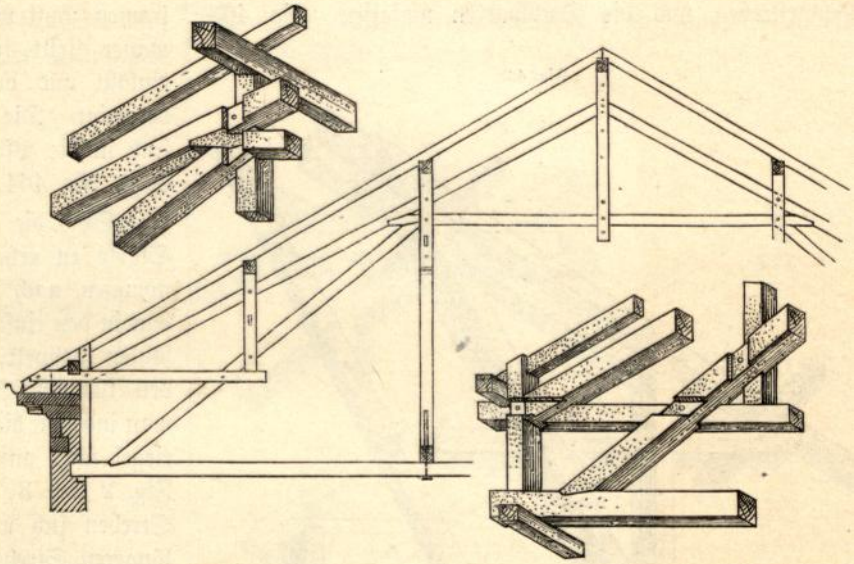


kurzen wieder durch die schon mehrfach erwähnten Holzlaschen an beide Streben aufgehängt. Diese letztere Konstruktion ist zwar etwas schwierig auszuführen, dürfte aber doch nicht mehr Holz erfordern, weil die doppelten Hängesäulen in einfache verwandelt werden, jedenfalls aber eine

festere, unverschieblichere Figur bilden, als die zuerst beschriebene; denn der Knoten bei A, Fig. 2, ist ein fester, nicht aber der bei B, Fig. 1. Der Längenverband, sowie die übrigen Details, bedürfen keiner näheren Erläuterung.

Bei Anlage eines Kniestockes und Annahme von nur zwei Hängesäulen zur Unterstützung des Tramens empfiehlt sich eine Anordnung nach Fig. 465, die näherer Erläuterung nicht bedarf.

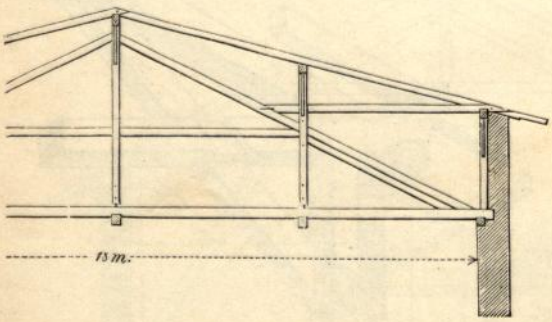
Fig. 465.



Nach demselben System, wie der Dachstuhl, Tafel 27, Fig. 1, aber nur mit je einer Zwischenpfette ist der Dachstuhl, Fig. 1, Tafel 28, konstruiert, der vermöge der Kopfbüge den Vorteil einer größeren Binderentfernung hat, dagegen den Bindersparren keine bessere Unterstützung als den Leersparren gewährt. Die Hängesäulen, auf die die Pfetten aufgezapft sind, sind doppelt und müssen mit diesen mit eisernen Bändern verbunden werden.

Bei flachen Dächern und hohen Kniewänden können auch die kombinierten Hängeböcke mit drei doppelten Hängesäulen, Fig. 466, bei einer Dachtiefe bis zu circa 18 m verwendet werden, wobei der Spannriegel, der ungehinderten Benutzung des Speicherraumes wegen, mindestens in einer

Fig. 466.



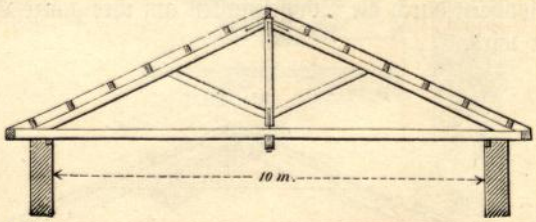
Höhe von 1,8 bis 2,0 m angelegt werden muß. Diese Konstruktion erlaubt eine große Belastung des Speicherbodens, der für Getreideschüttung u. s. w. verwendet werden kann.

Eine besondere Art von Pfettendächern haben wir noch anzuführen, bei denen die Sparren wegfallen und durch Pfetten ersetzt werden, die in Entfernungen von etwa 1 m verlegt werden. Sie sind in Italien heimisch und eignen sich vorzugsweise für flache Dächer.

Eine solche Konstruktion zeigt Fig. 467 und Tafel 28, Fig. 4 bis 6, bei der die Haupttragsparren, auf denen die zur Befestigung der Schalbretter dienenden Pfetten aufliegen, die einfache Hängesäule fassen, von der aus die Tragsparren durch Gegenstreben gegen Einbiegung gestützt sind. Die Binder erhalten je nach der Stärke der Pfetten eine Entfernung von 3 bis 4 m.

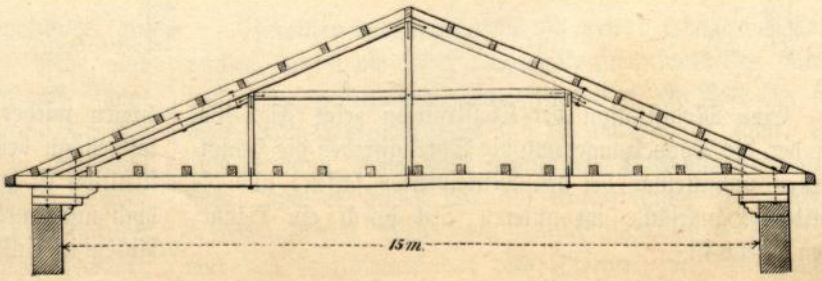
Bezüglich der Verbindung an der First verweisen wir auf Fig. 120 und 125 bis 126, während die Vorkehrung gegen das Abgleiten der Pfetten in Fig. 433 und 434 dargestellt ist.

Fig. 467.



Eine derartige Konstruktion mit drei Hängesäulen, von denen nur die mittlere doppelt ist, zeigt Fig. 467a. Diese

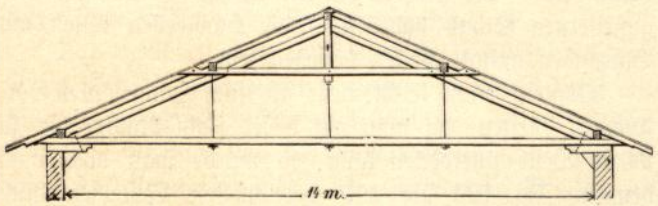
Fig. 467a.



wird durch die Haupttragsparren, die beiden anderen durch kürzere Hängestreben und Spannriegel in Schwebe erhalten.

Dieselbe Binderkonstruktion ist auf Tafel 28, Fig. 2 und 3, dargestellt, unter der Annahme eines offenen Dachstuhles, so daß keine Decke, sondern nur der Binderbalken aufzuhängen ist; bei leichter Dachdeckung und bei Entfernungen bis etwa 14 m kann in diesem Fall auch von der Verdoppelung der Streben abgesehen und können an Stelle der Hängesäulen Hängeeisen angeordnet werden, wodurch die Konstruktion ein leichteres und eleganteres Ansehen erhält, Fig. 468.

Fig. 468.



Auch bei den Tafeln 29 bis 31 dargestellten Konstruktionen ist kein Dachgebälk, sondern nur Kehlgebälk vorgesehen, um den Räumen mehr Höhe und günstigere Verhältnisse zu geben, ohne daß man genötigt ist, die Umfassungsmauern höher aufzuführen. Dadurch entstehen sogenannte „gebrochene" Decken, welche in akustischer Beziehung vorteilhaft sind, und bei denen ein mehr oder weniger großer Teil des Dachstuhles sichtbar bleibt, und eine einfache oder reichere Durchbildung erhalten kann.

Tafel 29 zeigt den Dachstuhl einer in Karlsruhe von Hübsch erbauten Reitbahn, bei der nur die Binderbalken zur Aufhebung des Horizontalschubes der Binder angeordnet, die Deckebalken jedoch auf die Höhe AB, Fig. 1, gebracht sind. Die Spannweite des mit Ziegeln gedeckten Daches beträgt 19,5 m, und die Pfetten sind auf beiläufig 3,30 m, horizontal gemessen, angeordnet. Die Binderweite von 5,7 m, Fig. 2, war nur durch Annahme langer Büge möglich. Die Pfetten ruhen auf doppelten Hängesäulen, welche die Streben und Bundbalken umschließen, Fig. 2, und die von Binder zu Binder reichenden, mit Kopfbügen versehenen Träger der Kehlbalken aufnehmen. Zur Herstellung eines festen Längenverbandes sind die Enden dieser Träger durch eiserne Klammern miteinander verbunden. Die Binderbalken sind in der Mitte gestoßen und mit langen schmiedeeisernen Schienen verbunden, was ohne größere Kosten durch Anwendung eines ganzen Holzes hätte umgangen werden können. Die Verbindungen bei A und am Fuße des Daches, welche in den Fig. 3 und 4 dargestellt sind, bedürfen wohl keiner weiteren Erklärung. Die Dielen der Deckeschalung sind, wie alles von unten sichtbare Zimmerwerk, gehobelt und angestrichen.

Der in Fig. 1 bis 3, Tafel 30, dargestellte Dachstuhl aus dem von Eisenlohr erbauten Kursaale in Badenweiler besteht aus einem einfachen Hängebock, der durch Einfügen eines Spannriegels noch zu einem doppelten Hängewerk ausgestaltet ist. Das Dach von 12,5 m Weite ist mit Schiefer eingedeckt, und die Pfetten sind auf etwa 3 m in horizontaler Entfernung angeordnet. Die Hängesäulen, die nur den Bundbalken aufzunehmen haben, der besseren Verbindung wegen aber doppelt angeordnet sind, besitzen ihre volle Stärke nur an den Verbindungsstellen, und sind zwischen denselben entsprechend ausgeschnitten, wodurch sie leichteres und gefälligeres Aussehen erhalten. Die Deckebalken sind mit den Sparren verblattet, ruhen auf den des besseren Längenverbandes wegen seitlich der Hängesäulen angebrachten Mittelpfetten, sowie auf den Trägern, die in die mittleren Hängesäulen eingezapft sind.

Eine ähnliche Konstruktion, die über der Aula des von Lang erbauten Schullehrerseminars II in Karlsruhe ausgeführt ist, zeigt Tafel 31. Hier ist der mittlere Teil der Binderbalken durch durchgehende Zugstangen ersetzt, die der besseren Wirkung und des leichteren Aussehens wegen angeordnet worden sind. Die Deckebalken liegen auf den Hängestreben und Zangen und sind mit diesen verdübelt. Die mittlere Hängesäule des einfachen Hängebockes reicht herab bis zur Zange, Fig. 3, und faßt diese durch Hängeeisen. Diesen konstruktiv notwendigen Verbandstücken sind nun außerdem noch hinzugefügt die Riegel a, Fig. 1 und 2, welche, mit den Zangen z in gleicher Höhe liegend, zwischen den Bindern die mittleren vier Deckefelder umrahmen. Ferner die Hängesäulen b, die mit den Streben und Bundbalken c den Dreiecksverband herstellen. Endlich die langen und kurzen Bohlenbogen d und f, Fig. 1 und 2, die den Übergang von den kurzen Hängesäulen b mit dem vor die Decke tretenden Rahmen a und z vermitteln.

Dies sind die wesentlichsten Teile der Decke, während die übrigen, als: geschnitzte Füllbretter, Leistenwerk, gedrehte Knöpfe und Rosetten, sekundärer Natur sind.

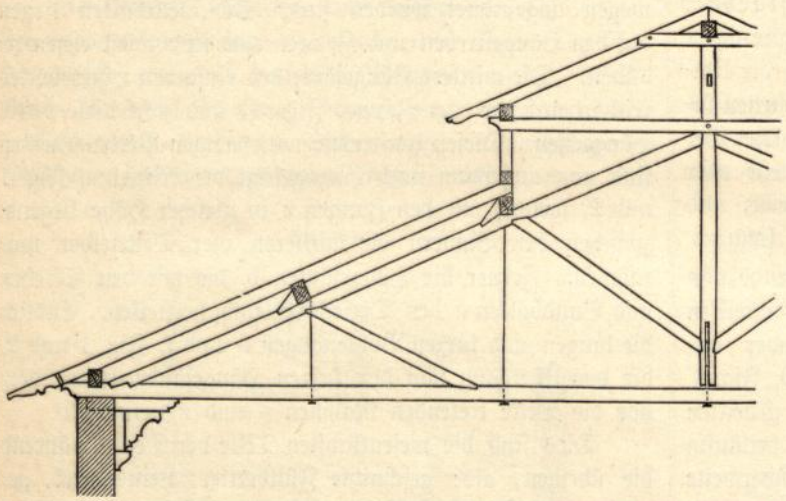
Zwischen den Balken befindet sich ein Streifboden, der einen Gipsputz trägt. Diese Putzfelder sind nebst allem sichtbaren Holzwerk und den Saalwänden mit Malerei versehen. In der im Grundriß, Fig. 5, angegebenen Nische befindet sich die Orgel. Die Fig. 3 und 4 zeigen die nötigen Details.

Vorstehenden Dächern, denen die Konstruktion des einfachen und doppelten Hängebockes zu Grunde gelegt ist, dürfte sich auch die auf Tafel 32 dargestellte Konstruktion anschließen, bei welcher insbesondere die formale Durchbildung in erster Reihe steht. Aus diesem Grunde sind durch den mittleren Aufbau die Dachflächen zerlegt, wodurch sie ein gefälligeres Ansehen erhalten; die Zugbalken und Hängesäulen sind nur auf die zu den Holzverbindungen

nötige Länge beibehalten und der Rest durch Eisenstangen ersetzt; endlich ist der magere Kontur des Binders verbreitert durch Anordnung eines durchbrochenen Frieses und Verdoppelung der Streben und des Spannriegels, wodurch die Kuppelung der Pfosten bedingt wurde. Die wagrechte mittlere Decke der Halle kann nun mit einem durchgehenden Oberlichte a, Fig. 2 und 3, oder mit abwechselnden Oberlichtern und Vertäferungen b, Fig. 2 und 3, versehen sein, oder die horizontale Abdeckung unterbleibt gänzlich, wonach der Verschluß der Wandungen des Aufbaues einzurichten sein wird. Das übrige erklären die Figuren.

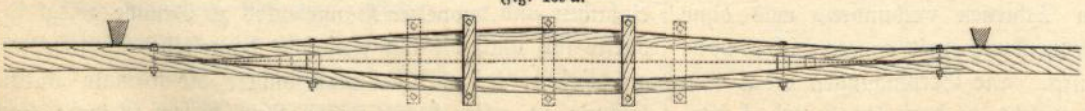
Obschon die hölzernen Theaterdachstühle ihrer Feuergefährlichkeit wegen in Zukunft zu den Seltenheiten gehören möchten, so wollen wir doch ein interessantes Beispiel dieser Art auf Tafel 33 von dem von Hübsch erbauten Theater in Karlsruhe mitteilen. Der Dachstuhl ist über der Bühne von 20,0 m Weite ausgeführt. Das Prinzip dieser Konstruktion besteht wieder in der Bildung des einfachen Hängebockes, in den durch Anordnung von Gegenstreben und Hängeeisen nach dem System Fig. 469 einige weitere

Fig. 469.



einfache Hängewerke eingeschaltet sind. Da diese ihre Lasten aber schließlich in das Haupthängewerk, also in die Hauptstreben überführen, so müssen diese eine solche Widerstandsfähigkeit besitzen, daß sie im stande sind, nicht nur das Dach zu unterstützen, sondern auch die Decken mit verschiedenem Zubehör zu tragen. Um diesen Anforderungen

Fig. 469 a.



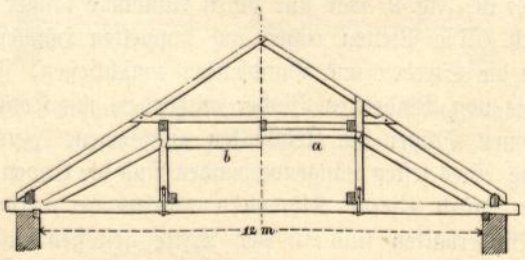
zu entsprechen, konstruierte man die Hängestreben nach dem auf S. 21 beschriebenen Laves'schen Träger, aber nicht durch Spalten eines Balkens, Fig. 469a, sondern durch Zusammensetzen zweier Balken. Diese Streben tragen fünf Pfetten, sichern durch eiserne Stützen den festen Stand der Fußpfetten und nehmen die Hängesäule nebst vier Hängeeisen mit ihren Belastungen auf. Diese sind unten mit Unterlegplatte und Keil zum Antreiben versehen und sind oben mit der durch den Träger durchgesteckten Schiene in einer Weise verbunden, Fig. 4, daß sie ohne Nachteil kleinere Bewegungen der Konstruktion mitmachen können. Die Verbindungen der Hängesäulen zeigen die Fig. 3 und 5, sowie den Längenverband zwischen denselben Fig. 2. Die Bänder, welche stellenweise die Streben umspannen, sollen das Aufreißen des Holzes und dadurch eine Schwächung verhindern. Die Streben dürften anstatt der Bänder einen gußeisernen Schuh haben und die Hängeeisen unten mit Schrauben anstatt Keilen versehen sein.

Obgleich nicht leicht mehr als fünf Hängesäulen vorkommen dürften, da man mit dieser Zahl Räume bis zu 24 m Weite überdecken kann, so würde man doch nach den in Fig. 104 bis 109 gezeichneten Systemen auch deren noch mehrere anordnen können. Die Konstruktion wird sich nach dem bereits Gesagten immer leicht ergeben, und wir bemerken daher nur noch im allgemeinen, daß man auch bei einer geraden Anzahl von Hängesäulen die äußersten Streben immer bis zum First durchführen sollte, um hier eine kurze Hängesäule anzubringen, damit man die so wichtige Firstpfette und, mit Hilfe der mittleren Hängesäule, einen kräftigen Längenverband anordnen kann.

b) Bei Kehlbalkendächern.

Diese Dächer mit stehenden oder liegenden Stühlen können zu Hängewerken umgestaltet werden. Besonders leicht der doppeltstehende

Fig. 470.



Stuhl; denn die Stuhlsäulen lassen sich sehr leicht in Hängesäulen verwandeln, wie dies Fig. 470 zeigt. Gewöhnlich werden dabei die Hängesäulen einfach genommen, und man hat dann nur darauf zu sehen, daß oberhalb Holz genug für den Kopf

stehen bleibt. Nimmt man aber die Hängesäulen doppelt und läßt sie den Kehlbalken und Sparren umfassen, wie dies auf der rechten Seite der Figur gezeichnet ist, so erhält man eine weit festere Verbindung und gewinnt auch einen besseren Strebewinkel für das Hängewerk, weil man den Spannriegel a nun höher legen kann, als den b. Wird hierbei für die Kehlbalken in der Mitte noch eine Unterstützung nötig, so kann man eine Pfette auf den Spannriegel des Hängewerkes legen und sie mit diesem und dem darüber liegenden Kehlbalken verbolzen, wodurch sie ein hinlänglich sicheres Auflager erhält, um die Kehlbalken der Leergebinde zu tragen. Hierbei sind die Kehlbalken nicht in die Sparren zu verzapfen, sondern anzublatten, wie früher schon erwähnt wurde.

Das Kehlbalkendach mit liegendem Stuhl ist besonders im 16. und 17. Jahrhundert vielfach in Verbindung mit Hängewerken zur Ausführung gekommen, und es bestehen noch viele Gebäude von bedeutender Spannweite, die auf diese Weise konstruiert sind. Die Anordnung ist übrigens keine gute, erfordert viel und starkes Holz und ist schwer auszubessern, so daß man wohl nicht leicht eine derartige Dachkonstruktion, wovon wir nur zwei Beispiele vorführen wollen, jetzt noch nachahmen wird.

Gewöhnlich sind mehrere Stockwerke von liegenden Dachstühlen übereinander angeordnet, deren Stuhlsäulen

Fig. 471.

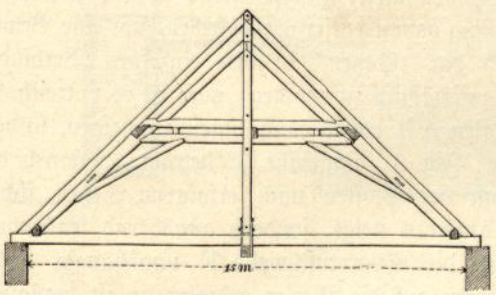
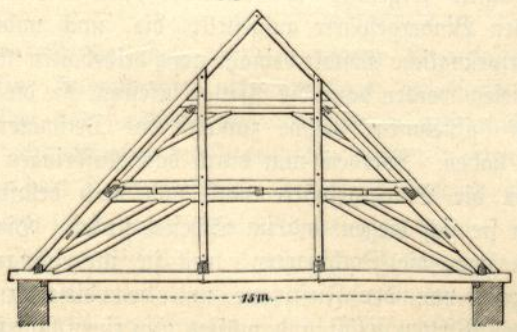


Fig. 471a.



teilweise als Streben der Hängewerke benutzt werden, Fig. 471 und 471a. Die eigentlichen Hängesäulen hängen gewöhnlich an den Kehlbalken und belasten diese auf eine sehr unvorteilhafte Weise, und da ihre Senkung durch das Zusammentrocknen der Schwellen und Stuhlpfetten unvermeidlich wird, so tragen sie zum Einsacken der Gebälke bei, statt sie in horizontaler Lage schwebend zu erhalten.

§ 7.

Satteldächer ohne Balkenlagen.

Dachkonstruktionen, bei welchen ein Teil des Dachraumes zur lichten Höhe des überdeckten Raumes gezogen wurde, haben wir auf Tafel 29 und 30 kennen gelernt. Soll aber das Dach zugleich Decke bilden, dann läßt man die Dachbalkenlage fort und konstruiert die Dächer ohne diese. Bei allen diesen Konstruktionen, deren Spannweite häufig größer ist, als die der bisher betrachteten, ist der Horizontalschub der Dachbinder aufzuheben, weshalb die Binder- oder Zugbalken — Streckbalken — des Dachgebälkes nicht entbehrt werden können. Da jedoch diese Binderbalken bei Räumen von großer horizontaler Ausdehnung bei verhältnismäßig geringer Höhe schwerfällig wirken, und überdies vermöge ihres nicht unerheblichen Eigengewichtes die Konstruktion sehr belasten, so werden sie besser durch Eisenstangen ersetzt. Dies führt aber zu Dachkonstruktionen von gemischten Materialien, den sogenannten Holzeisenkonstruktionen, welche im 3. Band dieses Werkes: „Konstruktionen in Eisen" dargestellt sind. Als Beispiele solcher Konstruktionen sind die auf Tafel 31 und 32 dargestellten zu betrachten, bei welchen ebenfalls Eisen zur Aufhebung des Horizontalschubes verwendet ist. In den meisten Fällen wird die Beiziehung des Eisens zu Dachkonstruktionen von über 25 m Spannweite nicht allein billigere, sondern auch gefälligere aussehende Konstruktionen geben. Werden doch die Dächer der Eisenbahnhallen von bedeutender Tiefe schon längst fast vollständig aus Eisen konstruiert, worüber der 3. Band Aufschluß giebt.

Die hier einschlägigen Dachkonstruktionen können nun in zweierlei Weise gebildet werden, nämlich aus geraden Hölzern oder aus solchen in Bogenform. Letztere Konstruktion, eine Nachahmung der Gewölbeform, ist die der Bohlendächer und besteht aus bogenförmigen, mit Dielen konstruierten Verbandstücken. Dabei können die Dachflächen als gekrümmte oder als ebene Flächen behandelt werden.

1. Dächer aus geraden Hölzern.

Anstatt die Dachbinder nach der Kreislinie zu konstruieren, wie wir später bei den Bohlendächern zeigen werden, ist diese Linie bei den zunächst zu besprechenden Konstruktionen der Binderform bloß zu Grunde gelegt, so zwar, daß die einzelnen Verbandstücke der Binder die Kreislinie nur tangieren, wie Fig. 2, Tafel 34, zeigt, wodurch Binder von polygonaler Form entstehen, weshalb man den Dächern auch den Namen polygonale Dächer geben

kann. Wissenschaftliche und praktische Untersuchungen hierüber sind von dem französischen Ingenieur Ardant angestellt worden. Danach sind diese Dächer weit billiger herzustellen, als die Bohlendächer, da sie unter gleichen Verhältnissen weniger Material und Arbeit verlangen; und bei gleichem Materialaufwande zeigen die aus geraden Hölzern konstruierten Gespärre gegen Biegung einen viermal so großen Widerstand als die Bogengespärre.

Ardant weist zunächst nach, daß alle Dachgespärre ohne durchgehende Dachbalken, mögen sie gestaltet sein wie sie wollen, an ihrem Fuße einen Horizontalschub auf ihre Unterlage äußern, und zwar auf folgende Weise. Es sei Fig. 1, Tafel 34, AECFB ein solches, auf irgend eine Art zusammengesetztes Gespärre, was, in Bezug auf eine Vertikale durch die Spitze C, durchaus symmetrisch angeordnet, und auf beiden Seiten ebenso ganz gleich durch Gewichte $p, p', p'', \ldots p^n$ belastet ist und dessen untere Enden A und B auf einer festen Horizontalfläche aufstehen. Bezeichnet man das gesamte Eigengewicht einschließlich der Belastungen $p, p', \ldots p^n$ der einen Hälfte durch P, so ergeben sich die Auflagerreaktionen A und $B = P$, und es wird in dem System nichts geändert werden, wenn wir uns das Gespärre mit der Spitze C fest eingemauert denken, so daß CD immer lotrecht bleibt, und dann das Gespärre, wenn die Stützpunkte weggenommen sind, unter der Einwirkung der Reaktionen P und der Belastungen $p, p', \ldots p^n$ steht. Vereinigt man die Lasten $p, p', \ldots p^n$ zu einer in GH wirkenden Mittelkraft, so wird das Moment aller Kräfte in Bezug auf den Punkt C:

$$M_C = P.AD - (p + p' + \ldots p^n)\,HD;$$

da $P = p + p' + \ldots p^n$, so wird

$$M_C = P.AD - P.HD = P.AH.$$

Hieraus folgt aber, daß der Punkt A (oder) B der Kraft P folgen muß und etwa eine Lage in A' annehmen wird. Zieht man A'a senkrecht auf AP, so ist Aa das Maß für die vertikale und A'a das für die horizontale Bewegung des Punktes A. Oder Aa stellt eigentlich die Senkung der Spitze C dar, während A'a das Maß des Horizontalschubes giebt. Dieselbe Erklärung paßt auch, wenn man statt des polygonalen Gespärres ein kreisförmiges, oder nach anderen Kurven gebogenes voraussetzt, so daß die oben aufgestellte Behauptung erwiesen sein dürfte.

Ardant giebt die Formeln zur Berechnung der Scheitelsenkung, des Horizontalschubes und der Spannungen der einzelnen Konstruktionsteile, deren Mitteilung wir unterlassen, da diese Berechnungen richtiger und einfacher mit Hilfe der graphischen Methode durchgeführt werden (siehe hierüber § 18, Kap. VIII).

Derartige Dachstuhlkonstruktionen werden stets Pfettendächer sein, so daß die Gespärre die Binder bilden, und die Pfetten stützen, deren Befestigung auf den Hauptsparren keinen Schwierigkeiten unterliegt; unter allen Umständen ist eine Firstpfette anzuordnen. Wichtig ist, daß an den Verbindungsstellen im Gespärre möglichst „feste Knoten" gebildet werden, wie dies die Details auf Tafel 34, Fig. 4 und 5, zeigen.

Macht man die Pfosten AB, Fig. 2, Tafel 34, doppelt, so wird das Tragband C einfach und mit Versatzung ohne Zapfen in den Sparren eingesetzt, hier aber durch einen Schraubenbolzen befestigt, während die Doppelpfosten das Sparrenende umfassen und mit ihm verbolzt sind. Über diese Verbindung geht nach der Mitte des Tragbandes noch eine Zange, welche hauptsächlich die Unveränderlichkeit des Winkels bei B bezweckt.

Den Spannriegel D wird man wohl ebenfalls am zweckmäßigsten einfach anordnen, um so beide Hauptsparren gegeneinander stemmen zu können. Die Verbindung mit dem Spannriegel zeigt Fig. 5. In der Mitte wird alsdann eine kurze doppelte Hängesäule nötig, um mittels derselben einen wirksamen Längenverband anordnen zu können, wie solches der Längendurchschnitt Fig. 3 zeigt.

Wegen der Horizontalverschiebung des Punktes B, Fig. 2, hat man sich wohl zu hüten, weder den Sparren, noch die Zange gegen die Mauer zu stemmen, sondern gegenteils mit den Enden dieser Hölzer etwas über das Maß dieser Verschiebung davon entfernt zu bleiben, um eine Bewegung, die durch das „Setzen" in den einzelnen Verbindungen entsteht, unschädlich zu machen; auch ist es vorteilhaft, den Stuhlpfosten AB etwas nach innen zu neigen, so daß der Winkel α, Fig. 1, ungefähr 3° beträgt, wodurch erreicht wird, daß der Pfosten nach erfolgtem Setzen sich nicht nach auswärts neigt, sondern annähernd senkrecht steht.

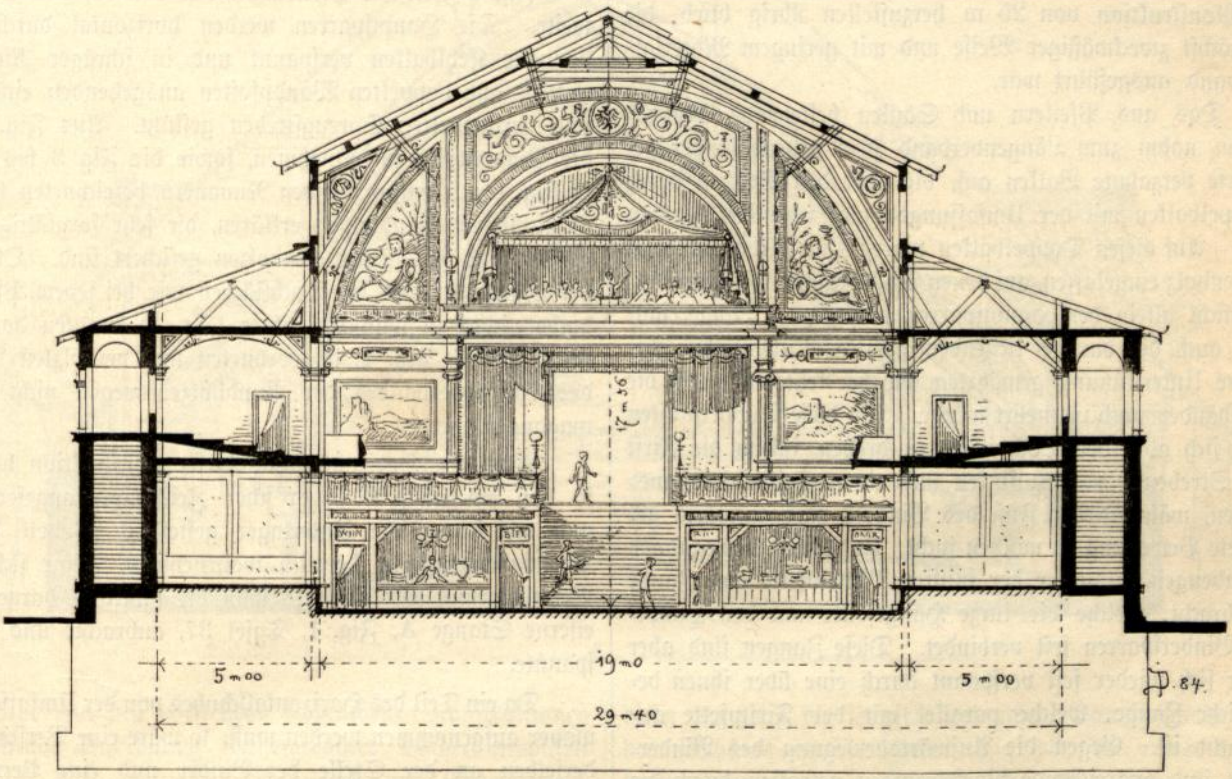
Wird die Sparrenschwelle E unabhängig von dem Hauptsparren auf die Mauer gelagert, so ist bezüglich des Aufschlagens folgendes zu bemerken: Zuerst werden die einzelnen Bindergespärre aufgestellt, die, noch unbelastet, ihre ursprüngliche Gestalt beinahe ganz beibehalten werden. Auf diesen werden dann die Pfetten befestigt, die die Dachsparren aufnehmen, welche zunächst das Deckmaterial zu tragen haben. Werden nun durch das Aufbringen dieses letzteren die Bindergespärre nach und nach belastet, so werden sie sich biegen und im Scheitel senken. Hierdurch werden aber die Dachsparren, weil sie ihre Länge nicht verkürzen, von der Firstpfette und den dieser zunächst liegenden Pfetten gelöst und müssen nun einen bedeutenden Schub auf die Sparrenschwelle und so auf den oberen Teil der Mauer ausüben, der sehr gefährlich werden kann. Ardant schlägt daher vor, die Sparrenschwelle anfänglich auf Keile zu legen, von einer Höhe gleich der zu

erwartenden Senkung im First, und diese Keile bei der allmählichen Belastung ebenfalls allmählich zu senken, bis die Dachsparren überall auf den Pfetten und auch auf der Firstpfette aufliegen.

Es wird sich empfehlen, derartige Dächer mit leichten Materialien einzudecken, und die Last der Bedachung auf viele Punkte und möglichst gleichmäßig über die Hauptsparren zu verteilen; bei größerer Anzahl der Pfetten können dann schwächere Dachsparren verwendet werden.

Ein hübsches Beispiel einer derartigen Konstruktion giebt der Dachstuhl des großen Saales der von Durm erbauten Festhalle in Karlsruhe, Fig. 472,[1]) bei dem zur

Fig. 472.



besseren Verspannung in die unteren Dreiecke zwischen Pfosten, Hauptsparren und Tragband gußeiserne Winkel eingelegt und sorgfältig mit den Hölzern verschraubt sind; die Dachstuhlbinder der Seitenhallen wirken in vortrefflicher Weise dem Horizontalschube des Hallenbinders entgegen.

Um schwächere Hölzer verwenden zu können, hat man die einfachen Gespärre dadurch zu verstärken gesucht, daß man zwei polygonal geformte so übereinander setzte, daß die Eckpunkte des Inneren auf die Mitte der langen Seite des Äußeren treffen und diese stützen. Fig. 1, Tafel 35, giebt ein allgemeines Bild davon, und Fig. 2 derselben Tafel zeigt die weitere Ausbildung derart, daß sich das ganze Gespärre einer Halbkreisform anschließt, die ein eleganteres Ansehen gewährt. Auch in diesem letzteren Gespärre sind alle Hölzer gerade, mit Ausnahme des mittleren EF und der kleinen Ausfüllungsstücke bei G. Diese krummen Hölzer tragen wenig oder nichts zur Festigkeit der Konstruktion bei und können daher aus Dielenstücken hergestellt werden, wie dies auch zur Herstellung der Halbkreisform an den Bindern der Karlsruher Festhalle geschehen ist.

Aus der Betrachtung der Figur wird die Konstruktion so deutlich hervorgehen, daß man das Leergebinde und den Längendurchschnitt ohne weitere Anleitung wird aufzeichnen können, und es soll in Bezug auf letzteren daher nur noch bemerkt werden, daß im Scheitel mit Hilfe der hier befindlichen vertikalen Zange wieder auf dieselbe Weise wie in Fig. 3, Tafel 34, ein Längenverband hergestellt werden kann. Bei sehr weit gesprengten Dächern könnte man letzteren übrigens auch noch dadurch verstärken, daß man auf der Zange bei C noch eine Pfette anordnete und zwischen dieser und der Firstpfette eine Reihe von Andreaskreuzen konstruierte, die an dieser Stelle dem Längenverbande sehr wirksam zu Hilfe kommen dürften.

In Beziehung auf die Ausführung solcher zusammengesetzter Gespärre ist, gegenüber den einfachen, nichts

1) Handbuch der Architektur, IV. Tl., 4. Bd.

Besonderes zu bemerken, als daß alle bündigen Überschneidungen, wobei die Hölzer zur Hälfte ausgeschnitten werden, möglichst zu vermeiden sind und man die Schraubenbolzen nicht sparen darf.

Nach diesem Systeme sind mehrfach Dächer über größere und geringere Spannweiten ausgeführt, von denen wir einige beispielsweise anführen wollen.

Fig. 1 bis 4, Tafel 36, zeigt die Überdeckung der durch Feuer zerstörten Fruchthalle in Mainz, welche 1838 vom Architekten Dr. Geier erbaut wurde.

Obschon das Dach über eine Weite von circa 34 m zu spannen war, wurde doch dessen Konstruktion wesentlich dadurch erleichtert, daß in der Halle zwei Reihen Stützen angeordnet waren, wodurch nur noch eine freitragende Dachkonstruktion von 25 m herzustellen übrig blieb, die in höchst zweckmäßiger Weise und mit geringem Materialaufwand ausgeführt war.

Das aus Pfeilern und Säulen bestehende Stützensystem nahm zum Längenverband zwei nebeneinander gelagerte verzahnte Balken auf, die über den Stützen durch Doppelbalken mit der Umfassungsmauer verankert worden sind. Auf diesen Doppelbalken waren zwei Schwellen aus Eichenholz eingelassen, auf denen Doppelpfosten sich erhoben, die nicht allein den Hauptsparren von 20,5 m Länge, sondern auch den darüber liegenden zweiten Mittelpfetten eine sichere Unterstützung gewährten, die bei letzteren durch die Kopfbänder noch vermehrt wurde. Um diese Doppelpfosten sucht sich aber der Dachbinder zu drehen, indem die First das Streben hat, einzusinken und einen Seitenschub auszuüben, während der Fuß des Binders eine aufwärts gerichtete Bewegung zu machen sucht. Um diesen Bewegungen vorzubeugen, ist unter der fünften Mittelpfette eine Zange angebracht, welche die kurze Hängesäule mit den Haupt- und Bindersparren fest verbindet. Diese Zangen sind aber unter sich wieder fest verspannt durch eine über ihnen befindliche Zange, welche parallel mit der Firstpfette angebracht ist. Gegen die Aufwärtsbewegung des Binderfußes sind ausreichende Vorkehrungen getroffen durch die nicht leicht aufwärts zu drehende Stichbalkenzange, die den Fuß des Hauptsparrens sicher faßt und die Sparrenschwelle aufnimmt; hauptsächlich aber durch ein Verbandstück, welches die Stichbalkenzange, den Fuß des Haupt- und Sparrenbinders mit den verdoppelten Balken verbindet, welche den Querverband der Pfeiler- und Säulenstellung mit den Umfassungsmauern vermitteln. Ein Blick auf die Fig. 2 wird dies verdeutlichen, sowie sie auch die sorgfältige Konstruktion zur Aufhebung des Seitenschubes erklärt.

Zwischen der dritten und vierten Mittelpfette sind Oberlichter durch Auswechselung eines Leersparrens, Fig. 3, angeordnet; hier werden auch die Hauptsparren, deren freie Länge von der zweiten bis zur fünften Mittelpfette 11 m beträgt, sich einzubiegen suchen, weshalb eine Verstärkung und Abstrebung auf- und abwärts hergestellt ist. Dr. Geier projektierte diese Konstruktion auch mit Bohlensparren, um vergleichende Kostenberechnung anstellen zu können, die zu dem Ergebnis führte, daß die Konstruktion mit Bohlensparren um ein Viertel teurer käme, als die auf Tafel 36 dargestellte.

Nach demselben Prinzip, nach dem die auf den Tafeln 34 bis 36 abgebildeten Hallendächer konstruiert sind, ist auch der Dachstuhl zur Reitbahn in Wiesbaden, Tafel 37, Fig. 1 bis 9, von Moller entworfen und von Görz ausgeführt worden.

Fig. 1 stellt das Pfettendach dar von 18,40 m Spannweite. Die Hauptsparren werden horizontal durch verdoppelte Kehlbalken verspannt und in schräger Richtung mittels aus doppelten Wandpfosten ausgehenden einfachen und verdoppelten Sprengstreben gestützt. Aus Fig. 2 ist die Binderweite zu entnehmen, sowie die Fig. 3 bis 9 die in Fig. 1 mit entsprechenden Nummern bezeichneten hauptsächlichsten Verbindungen erklären, die sehr sorgfältig ausgeführt und mit Schraubenbolzen gesichert sind. Obschon der Längenverband der Dachflächen wie bei jedem Pfettendache nichts zu wünschen übrig läßt, so konnten doch die bei 5 und 6, Fig. 1, angeordneten und verbolzten Riegel des Längenverbandes der Bundhölzer wegen nicht wohl umgangen werden.

Was den Horizontalschub dieser Konstruktion betrifft, so ließ ein nach Moller'scher Zeichnung angefertigtes und auf bewegliche Unterlager gestelltes Modell dessen Vorhandensein sehr deutlich wahrnehmen. Eine sichtbare Verminderung trat ein, als man die punktiert dargestellte eiserne Stange A, Fig. 1, Tafel 37, anbrachte und scharf spannte.

Da ein Teil des Horizontalschubes von der Umfassungsmauer aufgenommen werden muß, so wäre eine Verstärkung derselben an der Stelle der Binder und eine Verringerung der Mauerstärke zwischen ihnen sehr empfehlenswert gewesen.

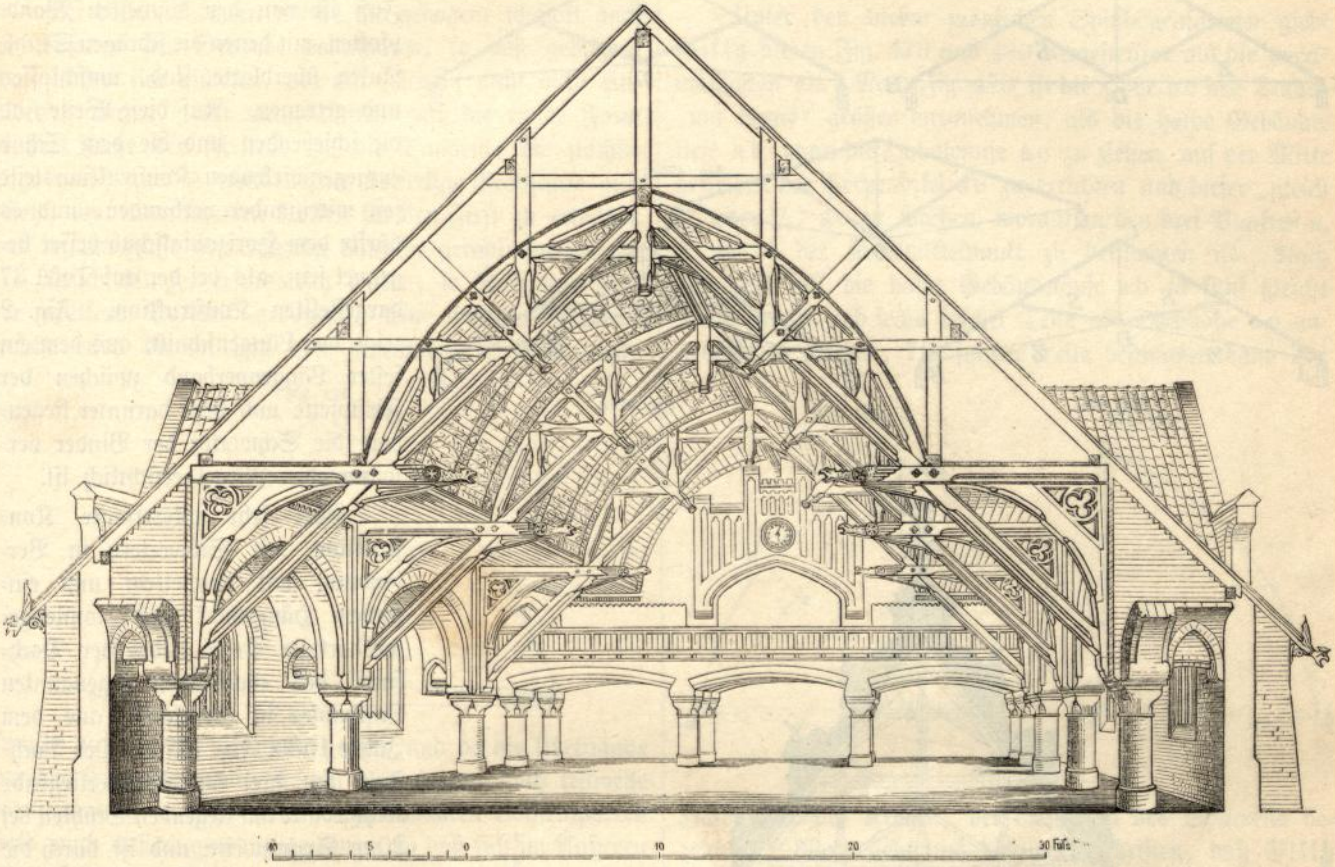
Sollte ein solcher Dachstuhl mit sogenannten steigenden Sparren hergestellt werden, so würde die Konstruktion nach Fig. 4, Tafel 38, umgeändert werden müssen.

Eine interessante Sprengwerks-Konstruktion, bei der der Horizontalschub in der Konstruktion selbst nicht aufgehoben ist, und die deshalb starker Widerlager bedarf, bietet der Dachstuhl einer vom Architekten Hauers entworfenen Turnhalle in Hannover, Fig. 473.[1]) Die Widerlager bestehen aus starken nach außen vorspringenden Pfeilern

1) Deutsche Bauzeitung 1868, S. 266.

und zwei Stein starken Backsteinsäulen, die in 0,90 m Entfernung von der Wand im Inneren angeordnet und in der Längenrichtung durch Gurtbogen miteinander verbunden sind. Die Dachkonstruktion besteht hauptsächlich aus kräftigen Sprengstreben, die mittels Zangen und Stielen mit den Bindersparren verbunden sind und die Dachpfetten tragen.

Fig. 473.



Eine von den vorstehend besprochenen Konstruktionen abweichende Anordnung freigesprengter Dächer entwickelt sich aus dem einfachen Hängewerk mit Gegenstreben, Fig. 474 (s. auch Tafel 24, Fig. 2), das nach dem System der „Fachwerke" aus lauter Dreiecken besteht, die jeweils eine Seite gemeinschaftlich haben, und somit ein völlig unverschiebliches, statisch bestimmtes System bilden. Es ist zulässig, an Stelle der horizontalen Verbindung der beiden Fußpunkte A und B einen aufwärts oder abwärts gebrochenen Linienzug zu setzen, Fig. 475 und 475ª, wodurch die Stabilität des Systemes nicht geändert und nur die Zug- und Druckspannungen vergrößert oder verkleinert werden, was sich aus der Zeichnung der Kräftepläne leicht ergiebt.

Es ist mithin möglich, den mittleren Knotenpunkt D so weit zu heben, daß das Zugband Z mit der gegenüberliegenden Gegenstrebe S in eine gerade Linie fällt, Fig. 476, so daß Z und S aus einem durchlaufenden Holz hergestellt werden können, und dann ein sogenanntes „Schwert" bilden, und man kann sogar den Punkt D soweit aufwärts rücken, daß die beiden gegenüberliegenden Gegenstreben S in eine gerade Linie fallen, Fig. 476ª. Eine Konstruktion dieser Art zeigt die längst abgebrochene Bahnsteighalle auf dem Bahnhof in Mannheim, Fig. 13; bei reiner Holzkonstruktion sind die Knotenpunkte aber schwierig herzustellen, und es werden heute derartige Anordnungen nur noch als sogenannte Holzeisenkonstruktionen ausgeführt, bei denen die auf Zug beanspruchten Stäbe aus Rundstangen gebildet werden.

Das System der sich kreuzenden Schwerter kann jedoch mit Vorteil für gebrochene Decken und in allen Fällen verwendet werden, in denen die horizontale Verbindung der beiden Fußpunkte A und B nicht möglich ist oder aus formalen Gründen unterbleiben soll. Sind die Schwerter aus einfachen Hölzern gebildet, so müssen sie am Kreuzungspunkte zur Hälfte ausgeschnitten werden, und es ist unbedingt erforderlich, daß dieser Knotenpunkt durch starke schmiedeeiserne und sorgfältig verschraubte

Bänder gesichert wird. Eine mittlere Hängesäule, oder besser ein Hängeeisen, das sich einfacher verbinden läßt, darf niemals fehlen, da dieser Konstruktionsteil eine bedeutende Zugspannung aufzunehmen hat.

Fig. 474.

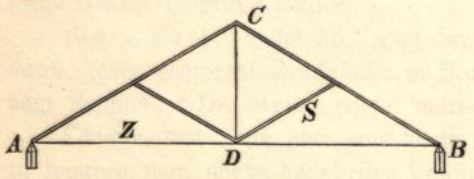


Fig. 475.

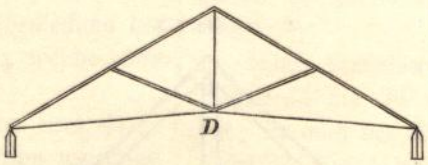
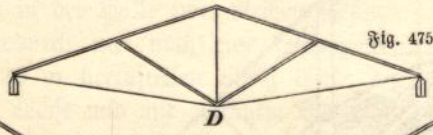


Fig. 475a.



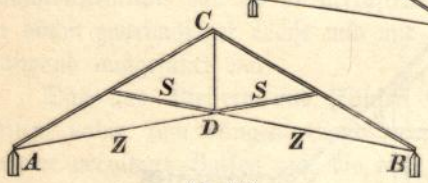


Fig. 476.

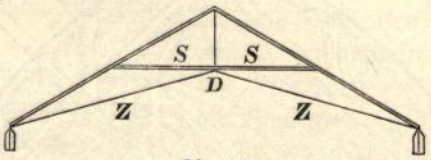


Fig. 476a.

Fig. 477.

Wird für den Hauptsparren eine zweimalige Unterstützung nötig, so läßt sich eine kehlbalkenartige Zange sehr leicht mit der vorigen Anordnung verbinden, wobei es vorteilhaft ist, noch liegende Stuhlsäulen nach Fig. 1, Tafel 38, anzuordnen; die Hauptsparren sind mit den Schwertern versatzt und mit diesen und den zur Verstärkung dienenden Unterlaghölzern verkeilt und verbolzt. Der Fuß ist von den doppelten Wandpfosten, mit denen die schrägen Stuhlsäulen überblattet sind, umschlossen und getragen. Auf diese Weise sind die schiebenden und die dem Schub entgegenwirkenden Konstruktionsteile fest miteinander verbunden, und es dürfte dem Horizontalschub besser begegnet sein, als bei der auf Tafel 37 dargestellten Konstruktion. Fig. 2 zeigt den Längenschnitt, aus dem ein fester Längenverband zwischen der Firstpfette und dem darunter liegenden, die Schwerter der Binder verspannenden Riegel ersichtlich ist.

Eine sehr interessante Konstruktion mit Schwertern in Verbindung mit doppeltem und einfachem Hängewerk und tonnengewölbartiger Decke bildet der Dachstuhl des ehemaligen sogenannten Lusthauses in Stuttgart, aus dem Jahre 1580, Fig. 477.[1]) Der Dachstuhl hat drei übereinanderliegende Kehlgebälke auf liegenden Stühlen bei 20 m Spannweite, und ist durch die Schwerter und drei Paar Kopfbänder in vortrefflicher Weise verstrebt.

(Weitere Konstruktionen frei gesprengter Dächer siehe „Kirchendächer“ § 8.)

2. Dächer aus krummen Hölzern, Bohlendächer.

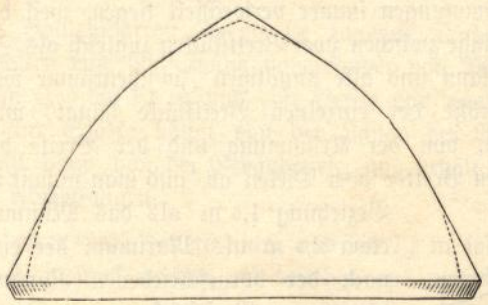
Die gewölbeartige Überdachung weiter Räume, bei welcher diese durch keinerlei Verbandstücke in ihrem Gebrauche beschränkt sind, führte zur

1) Paulus, Denkmäler in Württemberg. (Das Gebäude ist im Jahre 1846 abgebrochen worden.)

Konstruktion der Bohlendächer. Philibert Delorme, † 1577, soll zuerst aus Bohlen, Dielen oder Brettern bogenförmig zusammengesetzte Dachsparren, Bohlensparren, verwendet haben, und zwar zur Kuppel einer Kornhalle. In Deutschland war es besonders Gilly, der sich die Verbreitung und Bekanntmachung dieser Dächer angelegen sein ließ und sie zur Überdeckung von Theatern, Kirchen, Reithäusern, Scheunen u. s. w. empfahl.

Bei diesen Dächern wurde die gebogene Gestalt auch im Äußeren der Gebäude beibehalten, so daß gebogene Dachflächen sich bildeten, die mit Ziegeln nicht dicht einzudecken waren. Am nachteiligsten war die runde Form in der Nähe des Firstes, wo die Tangente die flachste Lage hatte, und es wurden hier dreieckige Brettstücke aufgesetzt, um einen scharfen Rücken für den First zu erhalten, und da am Fuße der Sparren ähnliche geradlinige Hölzer, als Aufschieblinge, erforderlich waren, so blieb nur noch der mittlere Dachteil gebogen. Eine solche Dachform, welche etwa die in Fig. 478 gezeichnete Gestalt zeigte,

Fig. 478.



konnte nicht lange für schön gelten, und da die Übelstände bei der Eindeckung mit Ziegeln doch immer noch teilweise fortbestanden, so fügte man den gekrümmten Bohlensparren bald noch äußere geradlinige hinzu, so daß sich im Äußeren die gekrümmten Sparren gar nicht verrieten.

Den Vorteil des freien Raumes im Inneren und die Möglichkeit, ohne durchgehende Balken Gespärre über große Gebäude konstruieren zu können, wohl erkennend, hat man die Bohlensparren auch in neueren Konstruktionen beibehalten; jedoch nur in den eben erwähnten Fällen, in denen sie als die Hauptsparren eines Pfettendaches auftreten und das zur Aufnahme des Deckmateriales dienende Gerüst tragen. Die äußere gebogene Form hat man nur den Kuppeldächern gelassen, die selten mit Ziegeln, sondern meist mit Schiefer oder Metall eingedeckt werden.

In allen den Fällen aber, in denen die Gewinnung eines großen freien Raumes nicht überwiegende Forderung ist, hat man die Bohlendächer aufgegeben, und auch wenn jene Bedingungen vorliegen, macht man doch im ganzen, mit alleiniger Ausnahme der Kuppeln, selten Gebrauch davon.

Wir wollen uns daher auch vorzugsweise nur mit den Bohlendächern über weitere Räume, die gerade Sparren tragen, beschäftigen und in Bezug auf sattelförmige Bohlendächer mit gebogenen Dachflächen auf das bekannte Gilly'sche Werk verweisen.

Was die Form der gekrümmten Bohlensparren anbelangt, so bietet die Kreislinie als Halbkreis, Kreissegment und Spitzbogen die zweckmäßigste Form dar.

Unter den vielen möglichen Spitzbogenformen giebt Gilly die in Fig. 479 und 480 dargestellten als die zweckmäßigsten an. Nach Fig. 479 ist die Höhe b c des Daches „um etwas“ größer anzunehmen, als die halbe Gebäudetiefe a b, dann die Hypotenuse a c zu ziehen, auf der Mitte derselben der Perpendikel d e zu errichten und dieser „gleich $^1/_6$ oder $^1/_7$“ a c zu machen, worauf zu den drei Punkten a, d und c der Kreismittelpunkt zu bestimmen ist. Nach Fig. 480 soll die halbe Gebäudetäufe a b in fünf gleiche Teile geteilt und sechs solcher Teile als Dachhöhe a c angenommen werden; $7^1/_2$ solcher Teile bestimmen dann den

Fig. 479.

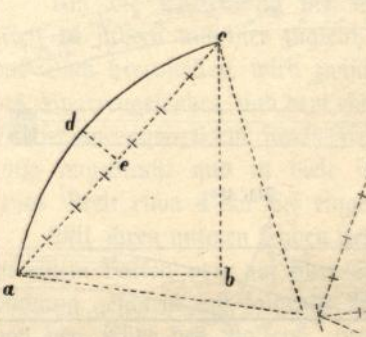
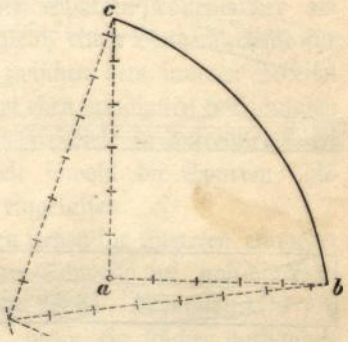


Fig. 480.



Halbmesser des Kreises, der die Form des Sparrens bezeichnet. Man sieht aus diesen Vorschriften, daß Gilly auf die sehr genaue Form der Bohlensparren keinen großen Wert legt, sondern nur im allgemeinen die Spitzbogenform für die vorteilhafteste hält.

Ist der Krümmungshalbmesser zu klein angenommen, so werden sehr breite Dielen notwendig, die stark „über den Span“, d. h. schief zu der Lage der Holzfasern, verschnitten werden müssen, und außerdem werden die Brettstücke doch nur kurz werden, wodurch sehr viele Fugen, d. h. schwache Stellen, in die Sparren kommen. Es ist daher doppelt vorteilhaft, den Krümmungshalbmesser möglichst groß zu nehmen.

Sollen die Bohlensparren das Deckmaterial unmittelbar aufnehmen, so wird man für die Krümmung der Sparren die Regel befolgen müssen, daß an keinem Punkte dieser Krümmung die Tangente einen kleineren Winkel mit dem Horizonte machen darf, als der für das Material zulässige Neigungswinkel ist. Trägt der Bohlensparren aber einen

geraden Sparren, so ist die Form des ersteren schon gleichgiltiger, nur ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Last des Deckmateriales möglichst gleichförmig auf den Sparren verteilt werde und eine Abstützung des äußeren Sparrens auf den Bohlensparren da stattfinde, wo der letztere, bei starker Belastung, das Bestreben haben wird, nach außen auszubauchen.

Ist die Form des Bohlensparrens bestimmt, so erfolgt seine Anfertigung. Diese geschieht auf zweierlei Art. Nach der älteren, von Delorme angegebenen, werden die Dielen hochkantig nebeneinander angeordnet, ähnlich wie die Felgen eines Wasserrades, Fig. 481, 482 und 484;

Fig. 481.

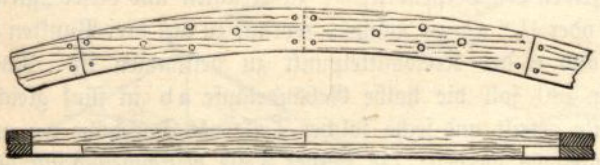


Fig. 482.

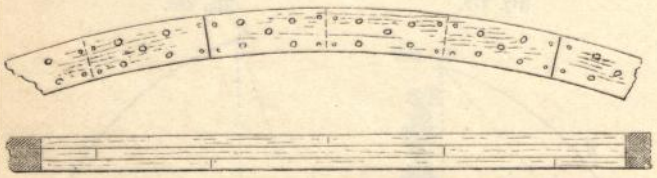


Fig. 483.

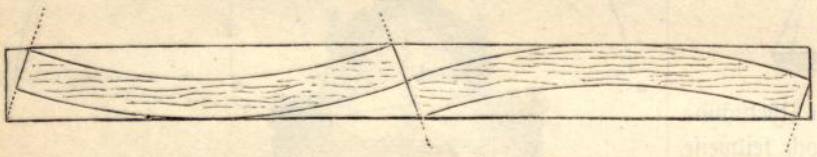


Fig. 484.

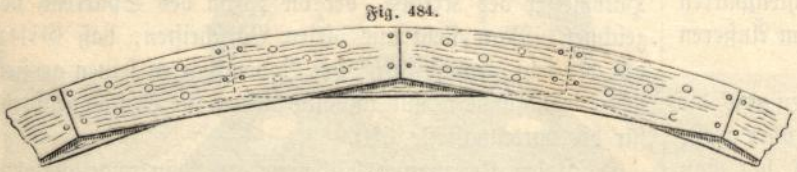
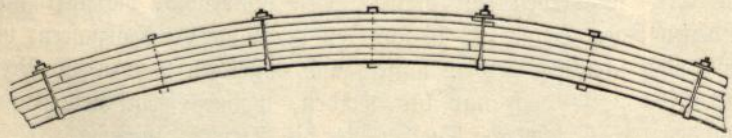


Fig. 485.



nach der neueren, von Oberst Emy vorgeschlagenen, aber aus möglichst langen Dielen, die mit ihrer breiten Seite aufeinander liegen, ähnlich wie die Federn eines Wagens, Fig. 485. Im ersten Fall werden die Dielen nicht gekrümmt, sondern krumm geschnitten, im zweiten aber gekrümmt; von ersteren zunächst.

Ein solcher Sparren besteht aus mehreren, nebeneinanderliegenden Brett- oder Dielstücken, deren Stoßfugen normal auf der Krümmung stehen, d. h. nach dem zugehörigen Kreismittelpunkte gerichtet sein müssen. Außerdem müssen diese Fugen in den verschiedenen Dielenlagen gehörig abwechseln oder Verband halten. Im allgemeinen ist es klar, daß ein solcher Sparren um so fester sein wird, aus je weniger Stücken er zusammengesetzt ist; deshalb ist es vorteilhaft, die notwendige Stärke der Sparren aus wenigen Lagen starker und nicht aus mehreren Lagen schwacher Bretter herzustellen. Am leichtesten ist es ferner, den Sparren aus lauter gleichen Stücken zusammenzusetzen, weil man dann die für eines derselben passende Schablone für alle gebrauchen kann. Dies wird bei zwei Brettlagen, welche Zahl wir als die kleinste bezeichnen müssen, leicht thunlich, weil dann immer die Fuge auf die Mitte des darüberliegenden Dielstückes treffen wird, Fig. 481. Bei drei Lagen, Fig. 482, ist das Verwechseln der Fugen schon weniger einfach, weil in einen und denselben Querschnitt des Sparrens nicht zwei Fugen fallen dürfen.

Das Schneiden der Brettstücke geschieht am vorteilhaftesten nach der in Fig. 483 angedeuteten Weise, so daß die Krümmungen immer verwechselt liegen, weil dann die Schnittfuge zwischen zwei Brettstücken zugleich als Stoßfuge dienen kann und alle unnötigen Zwischenräume wegfallen. Die Größe der einzelnen Brettstücke hängt, wie schon erwähnt, von der Krümmung und der Breite der vorhandenen Bretter oder Dielen ab, und man nimmt in dieser Beziehung 1,5 m als das Minimum und etwa 2,5 m als Maximum der einzelnen, nach der vorgeschriebenen Rundung geschnittenen Brettstücke an. Die Brett- oder Bohlstücke bleiben rauh, und nur in besonderen Fällen werden die äußeren Flächen der äußeren Lagen gehobelt.

Hat man die Brettstücke zu einer Lage geschnitten, so werden sie auf den Reisboden nach der aufgezeichneten Form, möglichst genau passend, aneinander geschoben, die zweite Lage mit verwechselten Fugen darauf gelegt und beide durch Nägel verbunden. Diese Nägel müssen, wenigstens an den Stößen, eiserne sein und wenigstens vier an jedem Stoße verwendet und umgenietet werden. Außerdem verbindet man die Brettlagen wohl durch hölzerne Nägel, in Entfernungen von ungefähr 20 bis 25 cm voneinander.

Die hölzernen Nägel werden gewöhnlich von recht trockenem, tannenem Holze gemacht, und es ist gut, sie in ihrem Querschnitte nicht ganz kreisrund, sondern etwas oval zu bearbeiten. Werden sie dann in die rund vorgebohrten Löcher eingetrieben, so muß die größere Achse

des ovalen Querschnittes parallel mit den Holzfasern der Bretter liegen. Der durchgeschlagene Nagel wird auf der unteren Seite, mit der Fläche des Sparrens bündig, abgestemmt und an diesem Ende verkeilt. Damit dies Verkeilen nicht Veranlassung zum Spalten der Bretter werde, müssen die Keile senkrecht auf die Richtung der Holzfasern in die Nägel eingesetzt werden, Fig. 486.

Bei tiefen Gebäuden, über 8 m etwa, ist es geratener, sich überall der eisernen, umgenieteten Nägel zu bedienen, und wenn die Tiefe 18 m erreicht, an den Stößen Holzschrauben oder Schraubenbolzen zu verwenden.

Fig. 486.

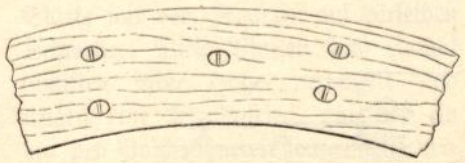
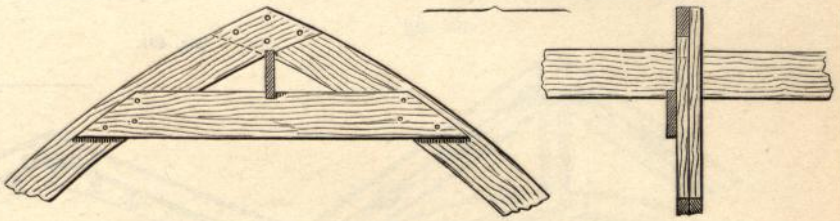


Fig. 487.



Die Bohlensparren, wenn sie zugleich Dachsparren sind, erhalten eine Entfernung voneinander von Mitte zu Mitte von 0,90 bis 1,2 m und eine Breite von mindestens 20 cm; ihre Stärke hängt von der Länge der Bohlensparren ab, bezw von der Gebäudetiefe, und erhält danach folgende Abmessungen:

Bei einer Gebäudetiefe unter und bis 7,5 m soll jeder Sparren 7 cm stark werden und bestehen aus zwei Dielen;

bei 7,5 bis 11,5 m Tiefe 8 cm stark u. bestehen aus 2 Dielen,
„ 11,5 „ 12,5 „ „ 10 „ „ „ „ „ 2 „
„ 12,5 „ 14,0 „ „ 12 „ „ „ „ „ 3 „
„ 14,0 „ 15,7 „ „ 14 „ „ „ „ „ 2 „
und 1 Diele zu 6 cm Stärke.
„ 15,7 „ 17,3 „ „ 18 „ stark u. bestehen aus 3 Dielen.

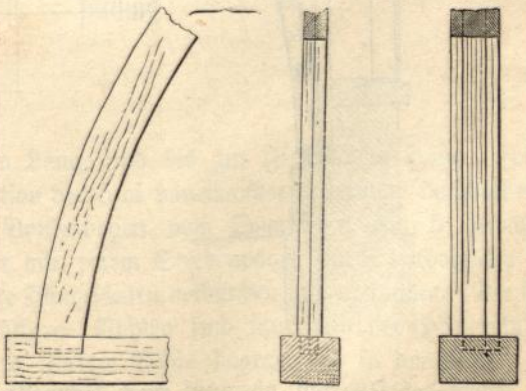
Für jede 3 m größere Gebäudetiefe legt man den Sparren 2,5 bis 3,0 cm an Stärke zu, wobei aber der Grundsatz festzuhalten ist, jeden Sparren lieber aus zwei stärkeren, als aus drei schwächeren Dielen zusammenzusetzen. Außerdem ist es ratsam, bei Gebäudetiefen von 12 m und darüber jedesmal dem vierten Sparrenpaare, als Bindersparren, eine größere und zwar die in obigen Angaben nächstfolgende Abmessung zu geben.

Um aus dergleichen Sparren ein Dachgebinde zu bilden, müssen zwei im Scheitel oder an den First miteinander verbunden werden, und wir haben diese Verbindung nur für den Fall zu betrachten, wenn das Gebinde einen Spitzbogen bildet; denn ist es nach einem Halbkreise oder nach einem kleineren Kreisbogen geformt, mit horizontaler Tangente am Scheitel, so muß die Verbindung an letzterer Stelle gerade so geschehen, wie in den übrigen Teilen der Sparren, d. h. das Gebinde muß ein Ganzes bilden. Die Verbindung bei spitzbogigen Gespärren geschieht nach Fig. 487 am einfachsten durch Überblattung, wenn der Sparren aus zwei Brettlagen besteht, und durch eine Art Schlitzzapfen, wenn drei Brettlagen den Sparren bilden. In beiden Fällen wird die Verbindung durch eiserne Nägel oder Schrauben noch mehr befestigt. Außerdem wird, etwa 18 bis 24 cm unter dem inneren Scheitel, in horizontaler Richtung ein Brett an beide Sparren befestigt, das die Verbindung sehr wirksam verstärkt.

Um die Entfernung der Sparren voneinander am First zu sichern und hier zugleich einen Längenverband für das Dach herzustellen, wird zwischen dem inneren Scheitel des Sparrengebindes und dem eben erwähnten horizontalen Brette eine etwa 6 cm starke Firstdiele in aufrechter Stellung angebracht und in diese sowohl die Sparren, als jenes Brett etwa 4 cm tief eingelassen.

Mit ihren unteren Enden stehen die Sparren entweder in einem Balken oder auf einer Schwelle auf, und die Verbindung geschieht auf folgende Weise. Wenigstens 9 cm von dem Ende des Balkens, wenn ein solcher vorhanden ist, wird das Zapfenloch, nach Fig. 488, so lang als der

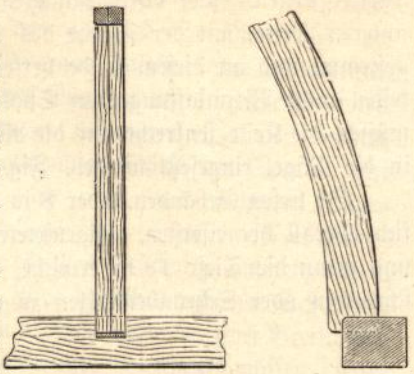
Fig. 488. Fig. 489.



Sparren breit ist, ausgestemmt, jedoch nicht so breit, als der Sparren dick ist. Wollte man nämlich den Sparren mit seiner ganzen Dicke in das Zapfenloch eingreifen lassen, so müßte man voraussetzen, daß sämtliche Zapfenlöcher durchaus von ganz gleicher Tiefe wären; da dies nun aber

nicht wohl zu erreichen ist, so schneidet man an den aus zwei Brettdicken bestehenden Sparren auf jeder Seite etwa 1,5 cm fort und macht das Zapfenloch um 3 cm schmäler als die Sparrendicke beträgt, so daß die Sparren auf dem gebildeten Absatze ruhen, wobei sie alle, unbeschadet der ungleichen Tiefe der Zapfenlöcher, in einerlei wagrechter Ebene aufstehen können. Ist der Sparren aus drei Lagen zusammengesetzt, so schneidet man nach Fig. 489 auf einer Seite, so lang als man den Sparren in das Zapfenloch reichen lassen will, die eine Brettdicke fort und giebt dem Zapfenloche eine Breite gleich der übrigbleibenden Sparrendicke. Übrigens können die Balken durchgehende Dachbalken oder auch Stichbalken sein.

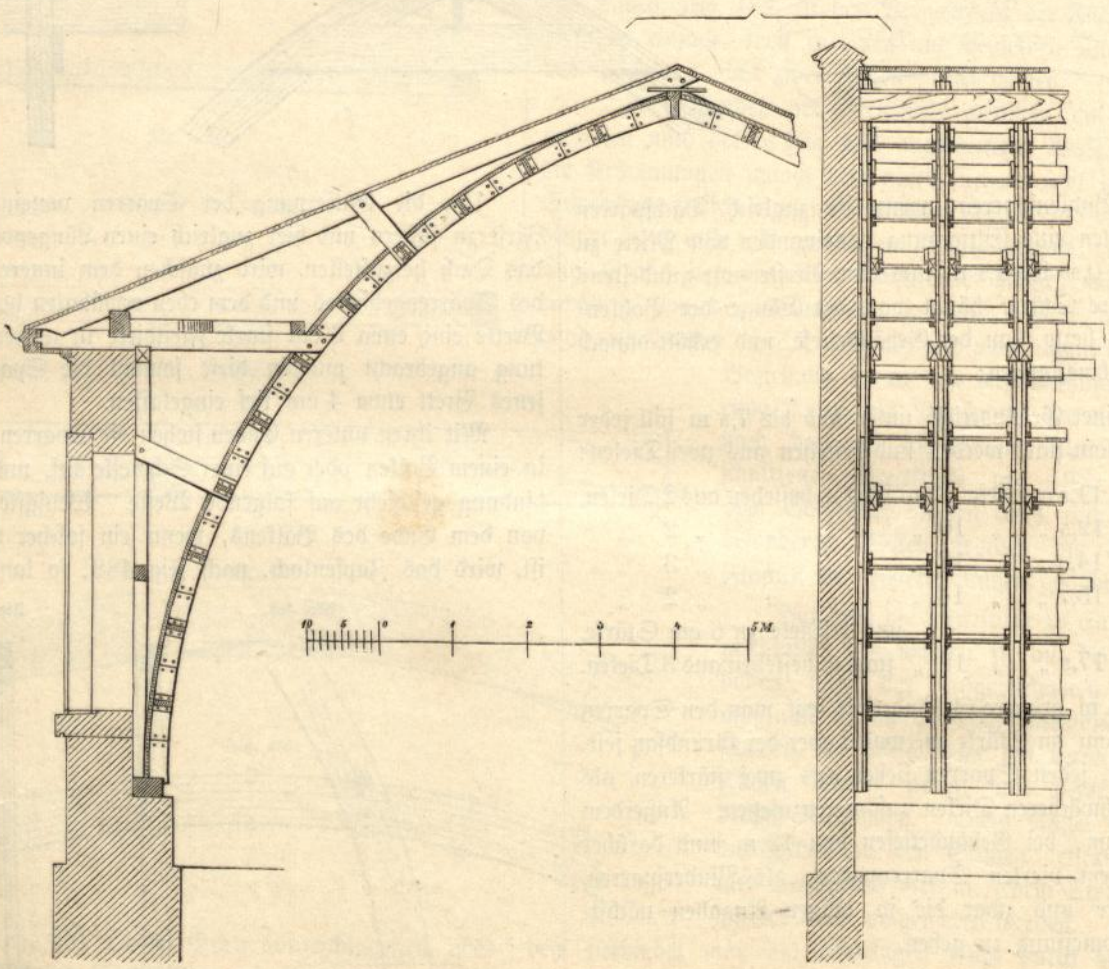
Fig. 490.



wie dies in Fig. 490 dargestellt ist.

Zu den hier erwähnten Details ist noch zu bemerken, daß der Längen-Verband dieser Dächer außer der erwähnten Firstdiele noch durch Sturm-Latten hergestellt wird, die an der inneren Seite der Sparren in schräger

Fig. 491.



Steht der Sparren aber auf einer Schwelle auf, so muß diese, wenn ein Einzapfen stattfinden soll, um 9 cm breiter sein als die Zapfen, damit vor dem Zapfenloche nach außen zu diese 9 cm Holz stehen bleiben können. Deshalb pflegt man den Sparren in diesem Falle gewöhnlich nur teilweise einzuzapfen und zugleich aufzuklauen, Richtung angenagelt werden. Auch eine Verriegelung der Sparren unter sich findet häufig Anwendung, wie wir beispielsweise in Fig. 491 dargestellt sehen. Hier ist nach früher angeführten Gründen die durch die Gestalt der Bohlensparren angedeutete gewölbte Form der Dachflächen nicht beibehalten, sondern es sind die gekrümmten Sparren

gleichsam durch gerade Hölzer eingerahmt, um ebene Dachflächen zu erhalten.

Fig. 491 zeigt mit einigen nicht wesentlichen Abänderungen die von Schinkel für eine Reitbahn entworfene Dachkonstruktion. Die lichte Tiefe beträgt 13,33 m, die Bohlensparren sind 28,6 cm breit und bestehen aus einer mittleren, 5,2 cm starken Diele und aus zwei seitlichen von je 4 cm Stärke, mithin Dicke der Sparren 13,2 cm. Diese sind auf ihrem Rücken mit gehobelten Brettern 2 cm dick bekleidet und bilden einen Teil des Längenverbandes der Bohlensparren, die außerdem elfmal durch 5 cm starke Dielen verriegelt sind. Hinter jedem Sparren steht ein Pfosten von 18,2 cm Breite und 23,4 cm Stärke mit dem Sparren auf derselben Schwelle. Diese Pfosten sind einmal inmitten ihrer Höhe verriegelt und tragen eine Wandpfette, auf der ein mit den Bohlensparren zangenartig verbundenes Stichgebälk ruht. Dieses erhält einen Längenverband durch eine Reihe horizontaler Andreaskreuze, die auf dem Stichgebälke aufgekämmt und mit der Schwelle für die äußeren Sparren und einem Rahmholze verbunden sind. Die äußeren geraden Sparren haben 13 cm Breite und 20 cm Höhe, sie sind mit Brettern verschalt, die eine Zinkblechdecke aufnehmen.

Derartige Bohlensparren-Konstruktionen werden bei Satteldächern nicht mehr ausgeführt, dagegen sind sie noch bei Kuppeldächern gebräuchlich, auf die wir später zurückkommen werden.

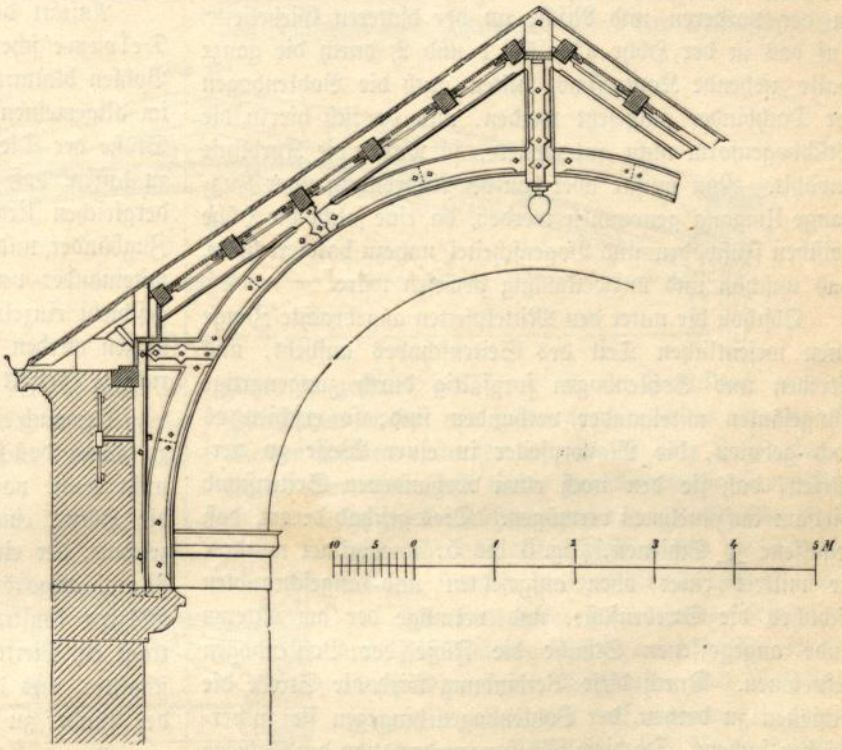
Die Bohlensparren finden nur noch Verwendung als Haupt- oder Bindersparren eines Pfettendaches, wie Fig. 492 zeigt, welche mit einiger Abänderung der Dachkonstruktion der ebenfalls von Schinkel entworfenen Kirche in Moabit nachgebildet ist. Die hier als Binder auftretenden Bohlensparren tragen flachliegende Sparren eines Pfettendaches; sie sind in starke Doppelpfosten versatzt, die dicht an der Mauer liegen und mit dieser durch eingemauerte Anker verbunden sind. Durch diese Doppelpfosten gehen die Stichbalken bis zu den Bohlensparren, mit denen sie durch eiserne Bänder und Schraubenbolzen verbunden werden. In die Stichbalken sind die Hauptsparren eingesetzt und mit ihnen, sowie mit den Bohlensparren, wo diese tangiert werden, durch Eisenbänder verbunden.

Im Scheitel vermitteln doppelte Hängesäulen den Verband der Hauptsparren mit den Bohlensparren. Auf ersteren liegen die Pfetten, die die Dachsparren tragen. Letztere sind unterhalb verschalt, so daß sich zwischen den Pfetten eine Felderdecke bildet.

Hübsche Anwendungen der Bohlenbogen zu Binderkonstruktionen zeigen die auf Tafel 39 und 40 dargestellten Dachstuhlkonstruktionen, welche der frühere Bearbeiter dieses Handbuches, Oberbaurat Lang, in zwei Turnhallen in Karlsruhe ausgeführt hat, bei denen der Bohlenbogen in der Form des Kreissegmentes und der Korblinie als Konstruktionsteil der Binder in Anwendung kam.

Tafel 39, Fig. 1 bis 5, zeigt den Dachstuhl der Halle der Turnlehrerbildungsanstalt; sie hat 18 m Breite

Fig. 492.



45 m Länge und bis zur First 12 m Höhe. Zur Konstruktion der 5 m voneinander entfernten Dachbinder wurde der Bohlenbogen vom Querschnitt Fig. 5 gewählt und dieser mit einem Strebenpaare durch verdoppelte zangenartige Hängesäulen verbunden und verspannt. Die äußeren, schwächeren Bohlen sind innerhalb der Hängesäulen, die innere stärkere Bohle dagegen ist in der Mitte zwischen denselben gestoßen, wodurch die Stoßfugen der Bohlen verdeckt und gegen Ausbiegung gesichert sind. An jeder Stoßfuge sind nach Fig. 1 und 5 vier Schraubenbolzen mit eingelassenen Muttern und Köpfen angebracht, während die Längefugen mit profilierter Leiste, Fig. 5, abgedeckt sind. Der Horizontalschub wird durch eine Zugstange

aufgehoben, die, in der Mitte geteilt, mit einem Schraubenschloß versehen und aufgehängt ist, Fig. 1 und 4. Sie ist durch die Zangen hindurchgesteckt, auf denen die Strebenfüße aufsitzen, die mit jenen durch eiserne Schuhe und Schraubenbolzen verbunden sind, Fig. 3. Hinter diesen wurden in die mit Schraubengewinden versehenen Zugstangenenden die Schraubenmuttern eingesetzt und angezogen. Das Dach ist mit Asphaltpappe und darauf mit Schiefer gedeckt. Die Dachhöhe beträgt $^1/_4$ der Weite. Das Gebäude hat einen Balkenkeller, und der Fußboden besteht aus zwei Lagen tannener Schlaufdielen von je 32 mm Dicke.

Die städtische Turnhalle, Tafel 40, Fig. 1 bis 5, für die Schüler des Realgymnasiums und der Realschule bestimmt, hat 15 m Weite und 27 m Länge, ohne Vorhalle an der vorderen und Nische an der hinteren Giebelseite. Auf das in der Höhe a b, Fig. 1 und 2, durch die ganze Halle ziehende Kopfgesims sollten auch die Bohlenbogen der Dachbinder aufgesetzt werden, und da sich hierzu die Stichbogenform nicht gut eignete, so wurde die Korblinie gewählt. Nun mußte aber von der Anordnung einer Zugstange Umgang genommen werden, da eine solche die Höhe zwischen Fußboden und Bogenscheitel nahezu halbiert hätte, was unschön und unzweckmäßig gewesen wäre.

Obschon die unter den Mittelpfetten angebrachte Zange einen wesentlichen Teil des Seitenschubes aufhebt, und Streben und Bohlenbogen sorgfältig durch zangenartige Hängesäulen miteinander verbunden sind, so erschien es doch geboten, die Mauerpfeiler in einer Weise zu verstärken, daß sie den noch etwa vorhandenen Seitenschub wirksam aufzunehmen vermögen. Dies geschah derart, daß gegossene ⊥ Schienen, Fig. 3 bis 5, angeordnet wurden, die mittels eines oben aufgesetzten und angeschraubten Schuhes die Strebenfüße, und vermöge der am unteren Ende angegossenen Schuhe die Füße der Bohlenbogen aufnehmen. Durch diese Verbindung wird die Strebe die Schienen zu drehen, der Bohlenbogen hingegen sie zu verschieben suchen. Da diese Pressungen dem von der Schiene berührten oberen Pfeilerende nicht zugemutet werden konnten, so wurde der Schienenfuß mit einer Stelle des Pfeilers w, Fig. 4, verbunden, die nur noch 1,4 m Abstand vom Hallenboden hat. Der Strebenschuh d, Fig. 3 und 4, ist mit der Sparrenschwelle b, auf der die Sparren aufgesattelt sind, mit zwei Schraubenbolzen verbunden. Schuh und ⊥ Schiene t sind sechsfach verbolzt; ebenso oft ist letztere mit dem verdoppelten Wandpfosten c, Fig. 3 bis 5, verbunden, der sich mit dem Bohlenbogen in einen gemeinsamen Schuh d' einsetzt. Die Verbindung des Wandpfostens mit dem Bohlenbogen ist aus Fig. 3 bis 4 ersichtlich. Letzterer besteht aus drei Bohlen von zusammen 15 cm Dicke und 30 cm Breite, wovon die mittlere Bohle 6 cm stark ist. Der Schuh d', in welchem die ⊥ Schiene unten endet, hat auf einem weit in die Mauer einbindenden steinernen Konsol ein gutes Auflager; um diesen nicht durchbohren zu müssen, verbinden zwei Schraubenbolzen s von je 1 m Länge den Schuh mit der bis w reichenden Hauptzugstange, die 2,30 m Länge hat. Damit diese den Pfeiler möglichst vollständig fasse, ist sie mit einer Gußplatte befestigt, auf der zwei Eisenbahnschienen von je 1,5 m Länge aufgelegt sind. Das Dach hat eine Höhe von $^1/_4$ bis $^1/_5$ der Breite der Halle und ist mit Schiefer auf Asphaltpappe gedeckt.

Eine andere Konstruktionsweise hat, wie bereits erwähnt und in Fig. 485 dargestellt wurde, Oberst Emy vorgeschlagen und in einem 1823 in Paris erschienenen Werke[1]) bekannt gemacht.

Anstatt der kurzen, hochkantig gestellten Dielen der Delorme'schen Methode werden hier möglichst lange Bohlen blattartig übereinander gelegt. Die Anfertigung ist im allgemeinen einfach, und es kommt nur darauf an, die Stöße der Dielen, welche nur stumpf sind, so abwechseln zu lassen, daß in keinem Querschnitte des Sparrens zwei dergleichen liegen und alle Dielen durch die umgelegten Zugbänder und durchgezogenen Schraubenbolzen möglichst miteinander verbunden werden. Das Biegen der Dielen geschieht einzeln über ein Lehrgerüst, und die Schraubenbolzen werden erst eingezogen, wenn der ganze Bogen die richtige Gestalt angenommen hat.

Um auch einen Repräsentanten des Emy'schen Systems zu haben, das seiner außerordentlichen Kostspieligkeit wegen nicht leicht nachgeahmt werden dürfte, ist auf Tafel 41 die Hälfte eines Binders mit den nötigen Details gezeichnet, der einem von Emy erbauten Wagenschuppen zu Marai angehört. Dieser aus einem Bogen und geraden Hölzern konstruierte Binder hat 20 m Spannweite und trägt ein Vierteldach. Fig. 2 zeigt einen Teil des Längenschnittes, aus dem der Längenverband und die Entfernung der Binder zu entnehmen ist.

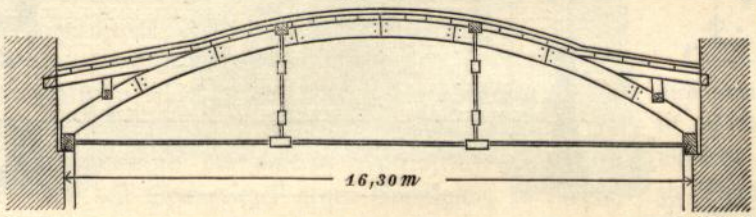
Der halbkreisförmige Bogen besteht in seinen verschiedenen Teilen aus einer verschiedenen Anzahl von Dielenlagen. Zu unterst und bis zur ersten Zange, oder so weit der Bogen mit dem senkrechten Pfosten verbunden ist, liegen sieben Lagen übereinander; von da bis zu dem Bande zwischen der sechsten und siebenten Zange sind deren acht angebracht; von hier bis zur neunten Zange sechs und im Scheitel selbst fünf; jede Dielenlage ist 0,055 m stark und 0,13 m breit. Die äußeren Bretter des Bogens sind von Eichenholz genommen, was sich ebenfalls leicht biegen ließ, und in das sich die Köpfe der Schrauben-

1) „Description d'un nouveau système d'arcs pour les grandes charpentes, par A. R. Emy." Deutsch von L. Hoffmann. Leipzig 1860.

bolzen nicht eindrücken, so daß diese recht fest angezogen werden konnten. Die vertikalen Stuhlpfosten sowohl als die geraden Hauptsparren sind durch Verdoppelungen steifer gemacht, um sie gegen Verbiegungen zu schützen. Der vertikale Stuhlpfosten berührt die Mauer nicht, und obgleich die untersten Zangen über ihn hinaus verlängert sind und um etwas in die Mauer reichen, so geschieht dies doch nur in der Art, daß die Binder an der Mauer keine andere Stütze finden, als daß sie dadurch in ihrer vertikalen Stellung erhalten werden. Die gezeichneten Details machen alles Übrige deutlich. Fig. 3 zeigt den Fuß des Bogens und seine Auflager; Fig. 4 einen Durchschnitt vor der mit AB bezeichneten Zange in Fig. 1; Fig. 5 einen Durchschnitt durch den Scheitel des Bogens mit einem eisernen Zugbande und Fig. 6 einen solchen über der untersten Zange CD in Fig. 4.

Schließlich zeigt eine Vergleichung mit der auf Tafel 35, Fig. 2, dargestellten Konstruktion, daß beide nach einerlei Grundsätzen zu beurteilen sind, so daß wir uns auf das früher Gesagte beziehen können.

Fig. 494.



Bei tonnenartig gestalteten Saaldecken können die Bohlenbogen unmittelbar zur Deckebildung benutzt werden; ein hübsches Beispiel giebt Fig. 493, die den Bohlenbinder der auf dem Bahnhofe zu Görlitz ausgeführten Decke- und Dachkonstruktion über dem Wartesaale I. und II. Klasse darstellt. Die Spannweite beträgt 15,75 m, die Pfeilhöhe 1,41 m und die Binderentfernung 3,71 m. Die Längenverbindung ist durch die Pfetten bewirkt.[1])

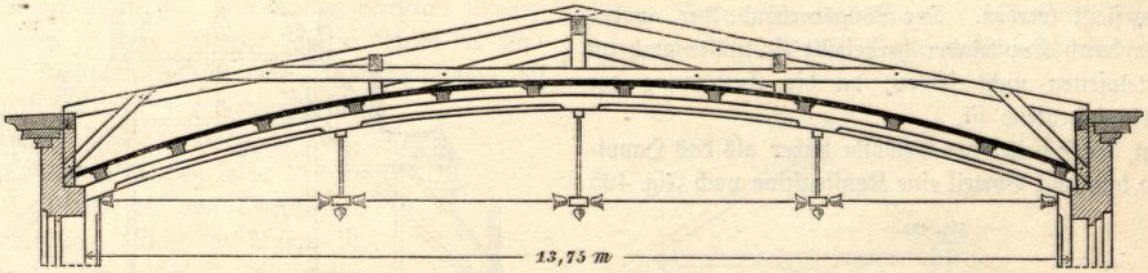
Eine einfache Konstruktion, bei der die Bohlenbogen Decke und Dach bilden, zeigt Fig. 494, vom Malersaal des Hofopernhauses in Wien.

1) Zeitschrift für Bauwesen 1870.

§ 8.
Kirchendächer.

Diese sind wegen ihrer Eigentümlichkeit zu einer besonderen Gruppe von Satteldächern hier zusammengestellt. Der Neigungswinkel dieser Dächer ist sehr verschieden und abhängig vom Baustil und Deckmaterial. Wegen der meist freien, dem Winde sehr ausgesetzten Lage ist auf einen besonders guten Quer- und Längenverband, sowie auf die Unmöglichkeit der Verschiebung der Dachflächen bei der Konstruktion Rücksicht zu nehmen. Je nach der Deckebildung der Kirche können Binderbalken angeordnet werden oder nicht. Was über die Hänge- und Sprengwerke gesagt wurde, gilt auch hier. Bei einschiffigen Kirchen werden die Satteldächer von den Umfassungsmauern, bei mehrschiffigen — Hallenkirchen — auch noch von Zwischenstützen getragen. Wird das Mittelschiff überhöht, so zerfällt das Dach in ein Satteldach und zwei Pultdächer, welche wir später kennen lernen werden. Die Kirchen werden entweder mit Stein- oder Holzdecken versehen. Im ersten Fall ist die Dachkonstruktion unabhängig, im zweiten abhängig von der Deckebildung. Beispiele für den ersten Fall zeigen die Tafeln 42 bis 44, für den zweiten die Tafeln 45 bis 48.

Fig. 493.



Im Mittelalter wurde jedes Gespärr etwa nach Fig. 395 abgebunden und der Längenverband durch Windrispen, Dachlatten oder Schalbretter hergestellt, während auf unseren Zeichnungen die Sparren auf Pfetten ruhen, die einen tüchtigen Längenverband abgeben.

Insbesondere sollte bei Kirchendächern die Firstpfette niemals fehlen, und zwar nicht allein wegen besserer Befestigung des Blitzableiters, sondern auch wegen der Erhaltung einer genauen Firstlinie.

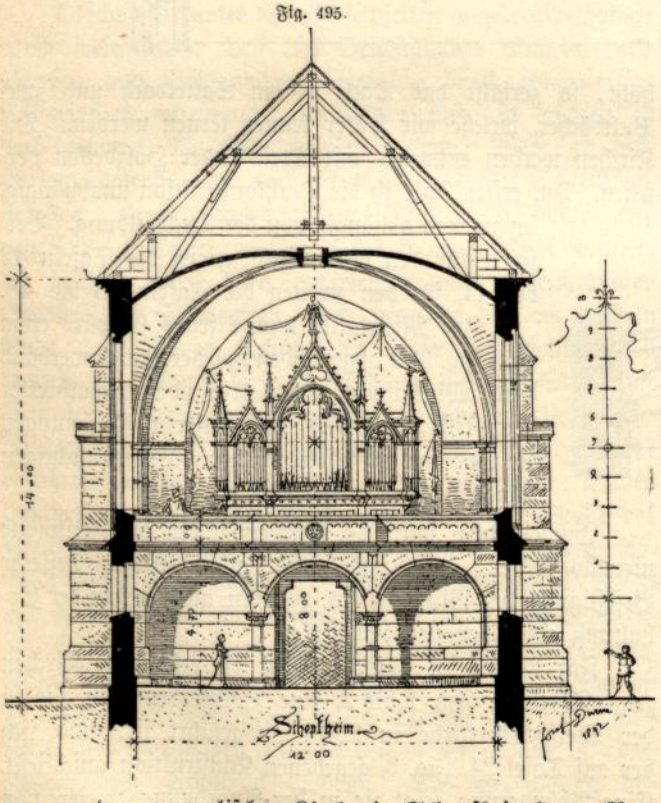
Für kleine, im gotischen Stil zu erbauende Kirchen zeigt Tafel 42, Fig. 1 bis 2, eine Dachkonstruktion, die in der Weißgärberkirche in Wien ausgeführt ist, und sich der auf Tafel 24, Fig. 3, gegebenen Konstruktion anschließt. Eine Abänderung zeigt sie in der Anordnung zweier, von der Hängesäule ausgehenden und senkrecht auf die Dachflächen gerichteten Strebebänder zum Zweck der Aufnahme der zur Unterstützung der Mittelpfetten dienenden Kopf-

bänder, wodurch es möglich wurde, den Bindern 5 m Entfernung zu geben. Die Binderbalken sind zugleich Streckbalken, indem sie zur Verankerung der Umfassungsmauern benutzt wurden.

Ein weiteres Beispiel eines Kirchendaches von bescheidenen Abmessungen, und zwar von der Elisabethkirche in Wilhelmshaven, ist in Fig. 3 bis 4, Tafel 42, dargestellt. Hier endigt die verdoppelte Hängesäule unter der Zange, da sie nicht den doppelten Binderbalken zu tragen hat, dessen Mitte durch die Quergurtbogen unterstützt wird, Fig. 4. Die Mittelpfetten erhalten mittels der Zangen und der von ihnen und den doppelten Binderbalken umschlossenen Strebebänder, die sich unten in steinerne Konsolen einsetzen, eine sichere Lage. Dasselbe gilt für die Firstpfette, indem die doppelten Hängesäulen, auf denen sie aufgezapft ist, mittels zweier sie durchdringenden Strebebänder, welche mit den Bindersparren verblattet sind, sehr sicher abgesteift werden. Der Längsverband, der an der Firstpfette durch Kopfbänder hergestellt ist, sollte auch an den Mittelpfetten nicht fehlen, da die Entfernung der Binder sehr bedeutend ist.

Liegt der Scheitel der Gewölbe höher als das Hauptgesims, so kann mit Vorteil eine Konstruktion nach Fig. 495

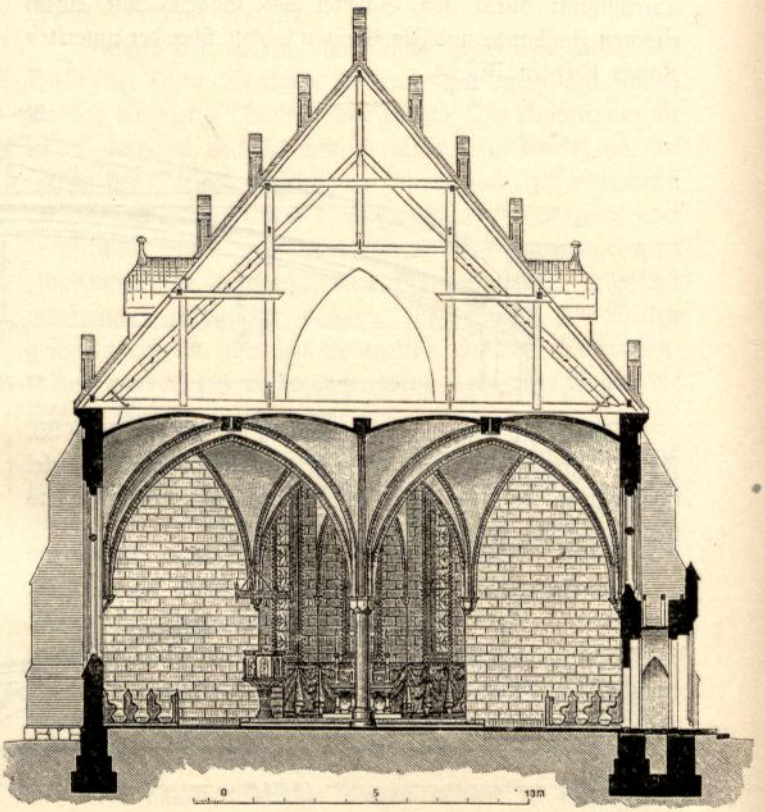
Fig. 495.



— von der evangelischen Kirche in Schopfheim[1]) — Verwendung finden, bei der eine Art Kniestock angeordnet ist; der Bundbalken liegt dann über den Kniestockpfetten und ist mit den bis in die Gurtbogenzwickeln hinabreichenden schräg gestellten Stuhlsäulen überkämmt und verbolzt. Eine von dem oberen Strebenpaar getragene Hängesäule faßt den Spannriegel und den Bundbalken. Die Längsverspannung ist durch Kopfbänder und durch eine am Fuß der Hängesäule liegende und sorgfältig verbolzte Doppelzange hergestellt.

Eine Dachstuhlkonstruktion mit einfachem und doppeltem Hängewerk über einer zweischiffigen Kirche zeigt Fig. 496, aus der Lutherkirche in Berent in Westpreußen.[1])

Fig. 496.



Auf Tafel 43 und 44 sind Dachstühle über dreischiffigen überwölbten Kirchen abgebildet, und zwar auf Tafel 43, Fig. 1 bis 2, zur Elisabethkirche in Basel und auf Tafel 44, Fig. 1 bis 2, zur Kirche in Brünn, vom Oberbaurat Ferstl.

Das Dach Fig. 1 bis 2, Tafel 43, ist ein außerordentlich fest konstruiertes und mit Kupferblech gedecktes Winkeldach, dessen Sparren durch Fußpfette, zwei Mittelpfetten und Firstpfette unterstützt sind. Der Dachbinder besteht aus dem einfachen Hängebock mit zwei Horizontalverspannungen unter den Mittelpfetten, durch doppelte Kehlbalken oder Zangen, die die Bindersparren, Streben und Hänge-

1) Deutsche Bauzeitung 1892.

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1894.

säulen fassen, mit denen sie verbolzt sind. Um den Druck des Daches zu verteilen, sind über den Längsgurtbogen und Pfeilern Pfosten aufgerichtet, die in die Streben versatzt und in die Binderbalken eingezapft und außerdem durch ein Winkelband sichergestellt sind. Denselben Zweck hat das innere Strebenpaar zu erfüllen, das überdies der unteren Zange zwischen Pfosten und Hängesäule einen weiteren Stützpunkt gewährt.

Die Kopfbänder sind nicht der Unterstützung der Pfetten, sondern nur des Längsverbandes wegen angebracht, da die Binder sehr nahe, und zwar nur auf 3,7 m entfernt angelegt sind, somit das Bedürfnis einer weiteren Unterstützung der Pfetten in Wegfall kommt.

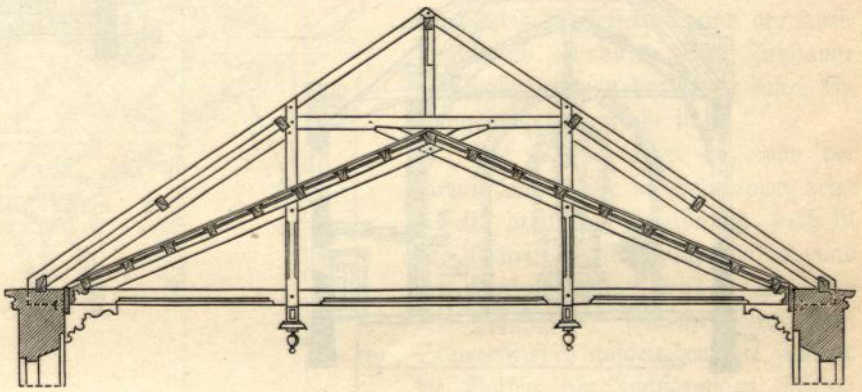
Die in der Höhe der Mittelpfetten gelegenen doppelten Rahmhölzer, die zur Längsverspannung der Hängesäulen und Zangen wesentlich beitragen, könnten etwas schwächer gehalten sein. Zur zeitweisen Untersuchung des Daches dient der in der Mitte auf zwei Balken befestigte Dielenboden. Hierbei sei noch bemerkt, daß, je dichter die Eindeckung des Daches hergestellt wird, desto mehr man auf eine Durchlüftung des Speicherraumes bedacht sein muß, wenn das Holzwerk möglichst lange erhalten werden soll.

Der Dachstuhl der von Oberbaurat v. Ferstl erbauten Kirche in Brünn ist auf Tafel 44, Fig. 1 bis 2, dargestellt. Von den 15,5 m langen, auf Firstpfette und Mittelpfetten ruhenden Sparren sind die Bindersparren mit dem Fußende in Binderbalken, die Leersparren dagegen in Stichbalken eingesetzt. Die unteren Mittelpfetten werden durch Stuhlsäulen sicher unterstützt, deren Druck von den Pfeilern und Längsgurtbogen der dreischiffigen gewölbten Kirche aufgenommen wird. Dagegen setzen sich die Stuhlsäulen der oberen Mittelpfetten in Rahmhölzer ein, die in die Spannriegel der unteren Mittelpfetten eingelassen sind. Um den Spannriegel gegen Einbiegung zu sichern, ist er durch doppelte Hängestreben und einfache Strebebänder unterstützt, die von den Hängesäulen ausgehen und mit den Hängestreben und Dachflächen parallel laufen. Während durch vielfache Dreiecksbildungen der Dachkonstruktion ein fester Querverband verliehen wurde, ist auch für einen tüchtigen Längsverband Sorge getragen durch Anordnung von Kopfbändern unter der Firstpfette und den unteren Mittelpfetten, und durch Andreaskreuze zwischen den oberen Mittelpfetten und den darunter befindlichen Rahmhölzern. Vermöge dieser Zwischenunterstützung der Pfetten konnten die Dachbinder auf 5,60 m Entfernung voneinander angebracht werden. Die Dachhöhe liegt in der Mitte zwischen dem altfranzösischen und dem Winkeldach, wodurch die Sparren eine derart steile Neigung erhielten, daß man sie auf 4,5 bis 5,5 m Entfernung freilegen konnte.

Erhält die Kirche eine Holzdecke, so wird diese im Zusammenhang mit der Dachstuhlkonstruktion ausgeführt. Die einfachste Bildung einer solchen Decke besteht in der Anlage eines Dachgebälkes mit Schalung oder Putz. Derartige Konstruktionen einer gewöhnlichen Decke sind auf Tafel 24, Fig. 1 bis 3, und Tafel 28, Fig. 1, dargestellt. Ein weiterer Schritt in der Deckebildung besteht darin, daß die Felder des gehobelten Gebälkes mit Dielen oder gestemmter Arbeit ausgelegt werden, oder daß die Decke als vollständige Kassettendecke ausgeführt wird.

Soll der Kirchenraum an Höhe gewinnen bei möglichst niedrig gehaltenen Umfassungsmauern, so geschieht dies auf Kosten des ohnehin wertlosen Speicherraumes durch Anordnung sogenannter gebrochener oder zusammengesetzter Decken, Tafel 45 bis 48. Mit Hilfe dieser Holzdecken, die in mancherlei Weise angeordnet werden können

Fig. 496a.



und je nach ihrer Form auch akustische Vorteile gewähren, ist es dem Architekten möglich, auch mit bescheidenen Mitteln dem Kirchenraume eine befriedigende Gestaltung zu geben, welche durch eine nüchterne horizontale Putz- oder Schaldecke nicht erreicht wird.

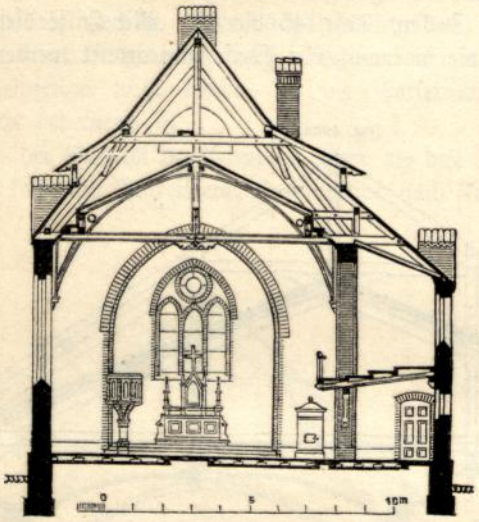
Eine einfache Konstruktion einer ansteigenden Decke von 11 m Spannweite zeigt Tafel 45, Fig. 1 bis 4, bei der über dem Binderbalken besondere Hauptsparren zur Aufnahme der Deckebalken in die Konstruktion eingefügt sind. Der mittlere der langlaufenden Deckebalken wird durch die Hängesäulen unterbrochen, in welche die Enden der einzelnen Stücke versatzt, verklammert und außerdem durch Kopfbänder unterstützt werden, Fig. 2. Die Balkenfelder sind an den Hauptsparren mittels vortretender Querriegel abgegrenzt, Fig. 4, und entweder durch Bretter mit Deckleisten an den Fugen oder mit Täfelwerk abgedeckt Beide Bildungsarten sind in Fig. 3 dargestellt.

Das Dach ist ein Winkeldach, und von dem einfachen Hängebocke, aus dem die Binder hauptsächlich bestehen, sind zur Deckebildung direkt nur die Binderbalken und Hängesäule durch Aufnahme der die Balken tragenden Hauptsparren und indirekt die Streben beansprucht.

Fig. 496a zeigt die Umbildung der Konstruktion bei größerer Spannweite und Annahme eines doppelten Hängewerkes.

Eine etwas andere Ausbildung des Motives der Fig. 1, Tafel 45, giebt die Decke der evangelischen Kirche in Garzigar in Pommern, Fig. 497;[1]) hier laufen die Deckebalken nicht längs, sondern quer, und durch Einfügen von bogenförmig ausgeschnittenen Brettern in Verbindung mit Kopfbändern ergiebt sich ein Spitzbogen, der eine Vermittelung zwischen Wand und Decke bewirkt.

Fig. 497.



Durch Einfügung von wirklichen Bogen, in Bohlenkonstruktion oder mit bogenförmig geschnittenen Hölzern, auf die die längslaufenden Deckebalken aufgelegt werden können, ergiebt sich an Stelle der satteldachartigen Decke eine spitzbogenförmige Tonne, die in der Höhe der Bundbalken in eine wagrecht liegende Balkendecke übergeht, Fig. 498, aus der evangelischen Kirche in Laurahütte in Oberschlesien.[2])

Beim Kehlbalkendach kann nach Fig. 499, — aus der Kirche in Helba bei Meiningen, — eine halbkreisförmige Tonne eingefügt werden; hier ist der Bundbalken innerhalb der Tonne durch eine Zugstange ersetzt, und ein Stichgebälk angeordnet, das auf einem auf Pfosten liegenden Unterzug aufgelagert ist.[3])

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1897.
2) Centralblatt der Bauverwaltung 1896.
3) Deutsche Bauzeitung 1886.

Eine weitere Ausbildung des auf Tafel 45, Fig. 1, gegebenen Deckemotives zeigt Fig. 500, die näherer Erläuterung nicht bedarf.[1]) Auch der Dachstuhl mit der dachförmigen Decke über der Kirche im Centralgefängnis

Fig. 498.

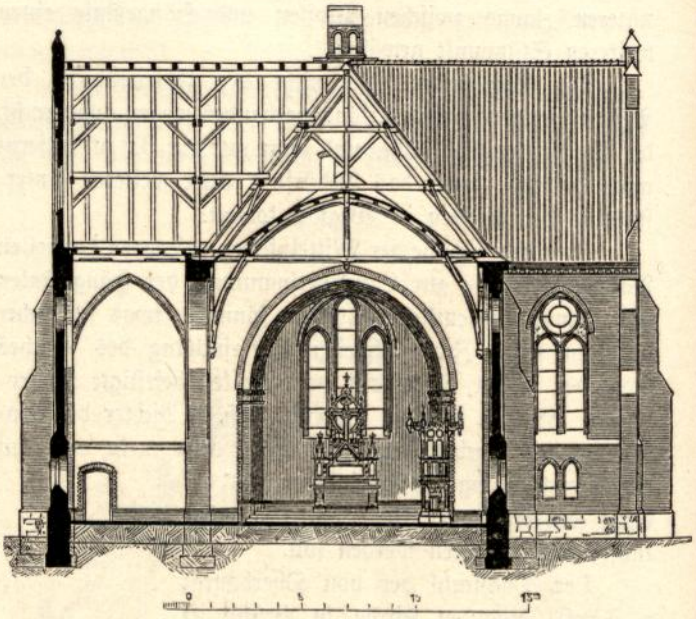
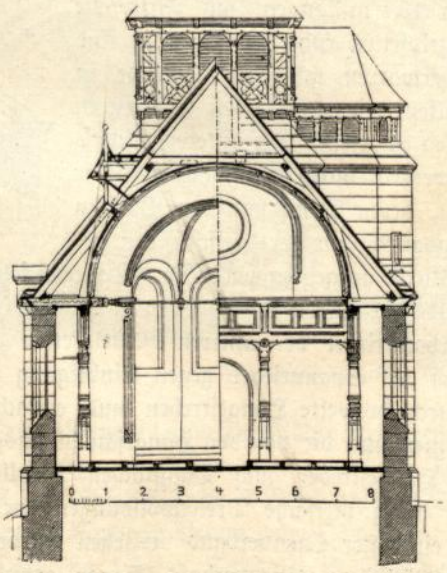


Fig. 499.



in Wronke (Posen) ist hier anzuführen, Fig. 501,[2]) nur sind hier fünf Hängesäulen angeordnet, und die Decke zeigt seitlich schmale, wagrechte Felder nach dem Motiv der Decke auf Tafel 47.

1) Deutsche Bauzeitung 1887.
2) Zeitschrift für Bauwesen 1896.

Statt der satteldachartigen Form kann die Decke auch polygonal gebrochen werden, wie z. B. in der Kirche in Klein-Villars bei Maulbronn, Fig. 502.[1])

1) Neumeister & Häberle, Die Holzarchitektur.

Fig. 500.

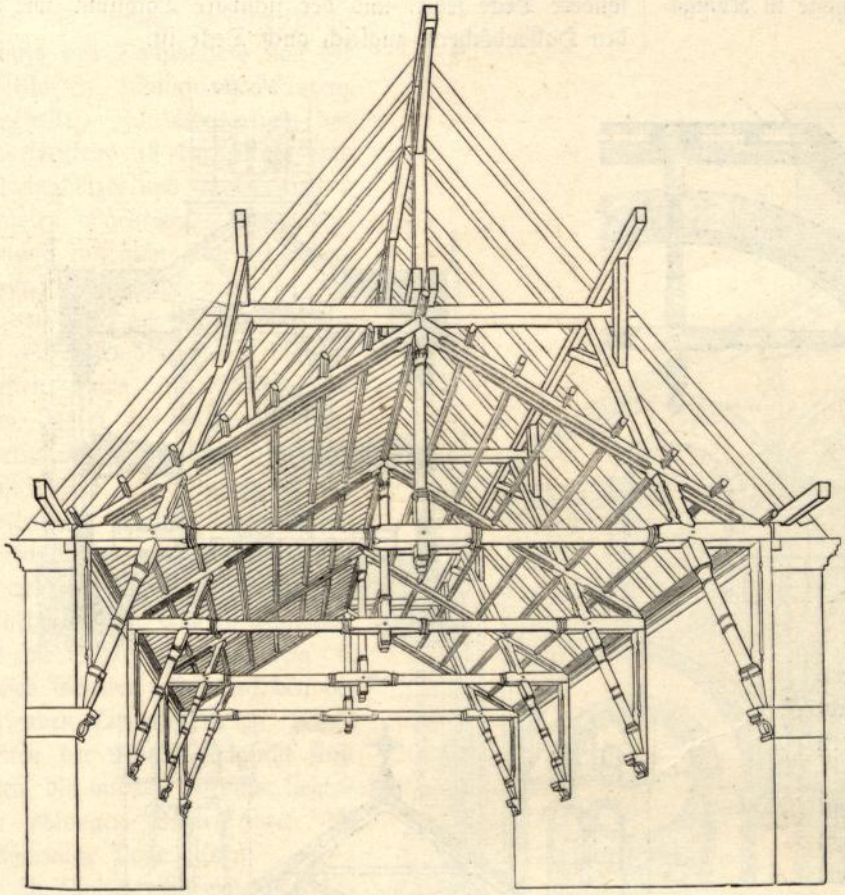
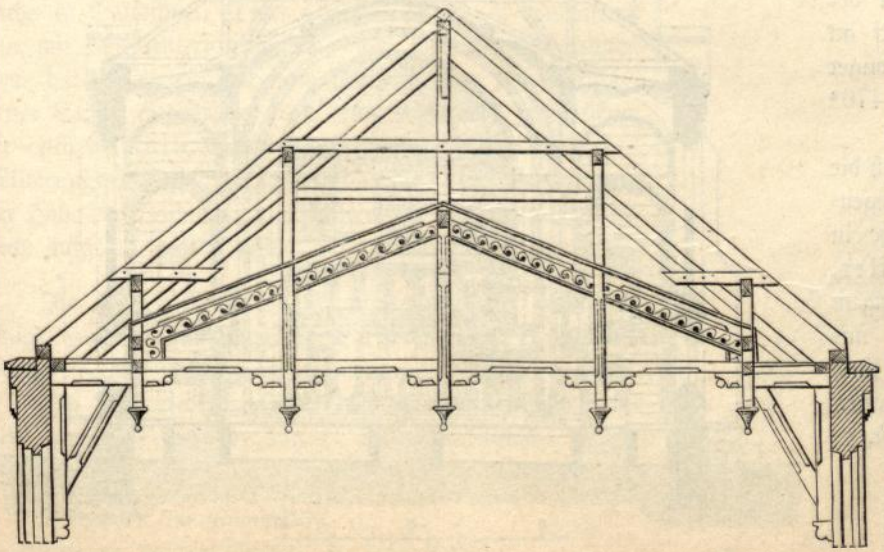


Fig. 501.



Eine wagrechte Balkendecke zu einer dreischiffigen Kirche zeigt Tafel 46, Fig. 1 bis 2, die über dem Mittelschiff erhöht ist, woselbst die verlängerten Unterzüge die untersten Mittelpfetten, sowie die Hauptsparren des Pfettendaches und die Streben des doppelten Hänge- und Sprengwerkes aufnehmen. Der Dachstuhl selbst könnte mit geringerem Aufwand an Material konstruiert sein, indem anstatt der beiden oberen Mittelpfetten eine genügend wäre, die teils auf dem Hauptsparren, teils auf der Zange gelagert werden könnte, welche die Stelle des Spannriegels einzunehmen hätte und bis unter die Dachschalung reichen müßte. Außerdem könnten die Binder in größeren Entfernungen angelegt sein.

Der Kirchendachstuhl Fig. 1 bis 2, Tafel 47, gehört zum Entwurf einer protestantischen Kirche nach Zingst; die Decke zeigt Dreiteilung durch Anordnung zweier Seitenfelder und eines überhöhten Mittelfeldes, und der Horizontalschub ist durch eine Zugstange aufgehoben, die in der Mitte durch ein Hängestängchen gefaßt ist.

Die Decke, Tafel 48, von der katholischen Kirche in Sabartowa zeigt dieselbe dreiteilige Anordnung, doch ist das Mittelfeld dachförmig gebildet, und der Horizontalschub wird nicht durch eine Zugstange, sondern durch zwei Schwertstreben aufgehoben, die zugleich die Balken der dachförmigen Mitteldecke aufnehmen. Das Fehlen des mittleren Hängeeisens oder der Hängesäule zur Verbindung des Firstpunktes mit dem Kreuzungspunkt der Schwertstreben ist als ein Fehler zu bezeichnen, siehe hierwegen Seite 163 u. Fig. 476.

Eine ähnliche Anordnung bei dreischiffiger Anlage zeigt der Dachstuhl der Kirche in Simmerfeld im Schwarzwald, Fig. 503.[1])

Der Dachstuhl der reformierten Kirche in Insterburg, Fig. 504,[2]) zeigt bei dreischiffiger Anlage eine ähnliche Anordnung wie der Dachstuhl Fig. 495; die tief unter die durchgehende Doppelzange hinabreichenden Streben, die

1) Deutsche Bauzeitung 1888.
2) Centralblatt der Bauverwaltung 1890.

sich auf die kurzen, über den Seitenschiffen liegenden Bundbalken aufsetzen, sind in vortrefflicher Weise durch Schwertstreben gesichert, die das ganze Bindersystem zu einem festen, unverschieblichen Ganzen vereinigen.

Eine interessante Konstruktion mit Schwertstreben und schrägen Stuhlsäulen ohne direkte Horizontalverbindungen zeigt der Dachstuhl der gewölbten Synagoge in Königsberg i. Pr., Fig. 505.[1])

Die Konstruktion der Bohlenbogen, ihre Abmessungen, Entfernung voneinander und Anordnung zu beiden Seiten der Binder u. s. f. ist aus den Zeichnungen leicht zu entnehmen. Ebenso bedarf das Pfettendach wohl keiner weiteren Erklärung.

Eine weitere Anordnung ergiebt sich, wenn eine besondere Decke fehlt, und der sichtbare Dachstuhl, wie bei den Hallendächern, zugleich auch Decke ist.

Fig. 502.

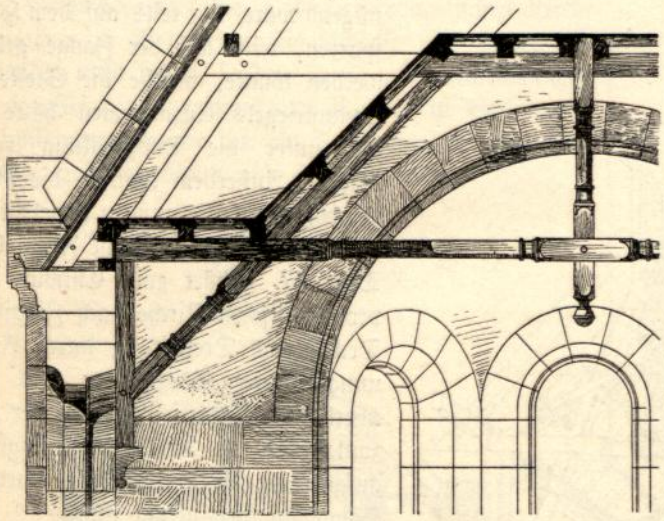
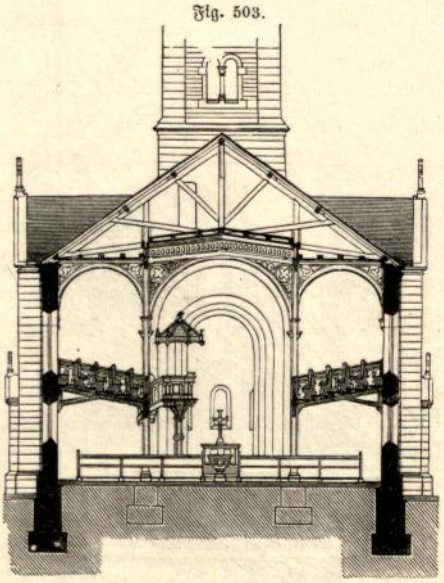


Fig. 503.

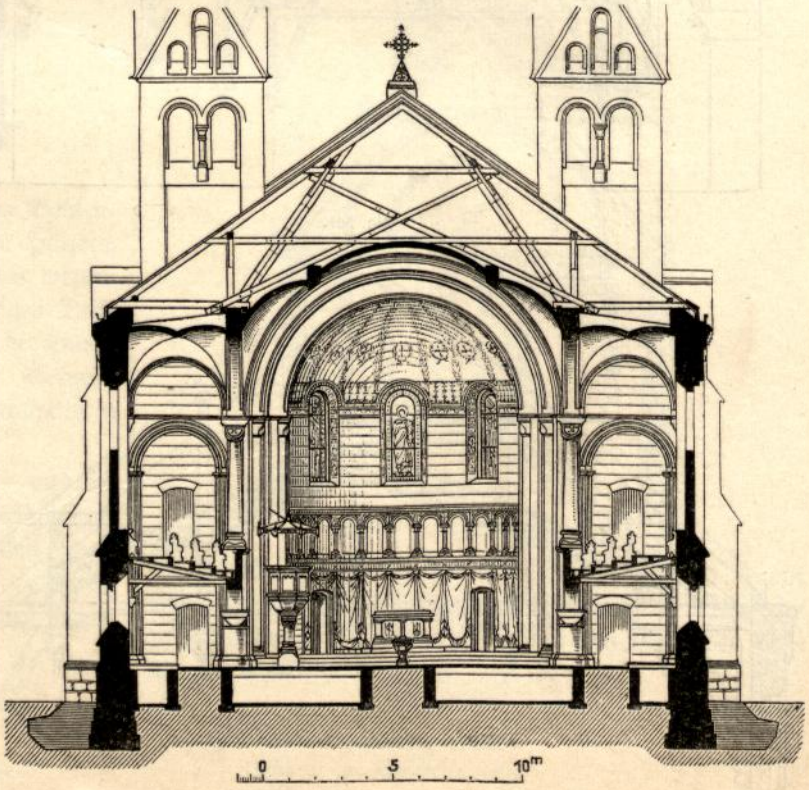


Die freigesprengten Dächer mit Schwertstreben geben die Möglichkeit, ohne Anordnung von Bundbalken oder Zugbändern tonnengewölbartige Decken auszubilden.

Hübsche Beispiele geben der Kehlbalkendachstuhl der Kirche in Meimsheim (Oberamt Brackenheim in Württemberg), aus dem Jahre 1452, Fig. 506,[2]) mit Korbbogenform der Decke, und der Kehlbalkendachstuhl der neuen katholischen Kapelle in Allendorf an der Werra, Fig. 507,[3]) mit spitzbogenförmiger Tonne, welch' letzterem das System Fig. 476[a] zu Grunde gelegt ist.

Eine tonnenartige Gestalt besitzt auch die auf Tafel 49 teilweise im Quer- und Längenschnitt dargestellte Decke aus der Kirche in Bensheim an der Bergstraße von Moller, deren Seitenschiffe ebene Putzflächen zeigen, während Mittelschiff und Chornische mit Bohlenkonstruktionen überdeckt sind, deren formale Ausbildung dem kassettierten Tonnen- und Nischengewölbe entlehnt ist.

Fig. 504.



1) Centralblatt der Bauverwaltung 1897.
2) Paulus, Denkmäler in Württemberg.
3) Centralblatt der Bauverwaltung 1897.

Hierher gehören zunächst die Dächer der Basiliken, die meistens Pfettendächer sind, deren Binder aus dem einfachen, doppelten oder dem zusammengesetzten Hängebock, Tafel 28, Fig. 2 bis 3, bestehen (siehe auch Fig. 6). Neues in konstruktiver Beziehung haben wir hier nicht zu verzeichnen, hingegen sind in Fig. 4 bis 6, Tafel 28, einige charakteristische Details des Dachbinders von der Basilika St. Miniato bei Florenz dargestellt. Zur Verstärkung des Binderbalkens in der Mitte sind Unterlaghölzer und an den Enden Konsolen angebracht. Dieser Anordnung entspricht auch die Unterstützung der Hauptsparren mittels der von der Hängesäule ausgehenden Strebebänder, sowie die der Pfetten, deren Druck durch Konsolen, Fig. 6, auf die Hauptsparren übertragen wird. Was die Decke selbst betrifft, so besteht sie aus Pfetten, die zwischen den Bindern abgeschlossene rechteckige Rahmen bilden, die ein leichtes Gespärr aufnehmen von 0,45 m Legweite, das die Schalung trägt, Fig. 6. Dieses Gespärr bildet mit den betreffenden Querriegeln zu beiden Seiten der Pfetten längliche Kassetten, die mit den darunter liegenden oblongen Pfettenfeldern die dachförmige Decke bilden.

In ähnlicher Weise hat Stüler die Decke der 10 m breiten Friedenskirche in Sanssouci, Tafel 46, Fig. 3 bis 4, konstruiert, nur mit dem Unterschiede, daß aus formalen Rücksichten zwei durch Pfetten getrennte Hauptsparren von verschiedener Stärke angeordnet sind, von denen die schwächeren die reich dekorierte Kassettendecke tragen. Um diese gegen Witterungseinflüsse zu schützen, ist darüber ein Hohlraum von der Höhe der Dachsparren geschaffen, die über der Kassettendecke aufgebracht sind und die Dachschalung aufnehmen.

Im Anschluß an die Kirchendecken seien hier noch einige Hallen- und Saaldecken erwähnt, die sich durch eigenartige Anordnung auszeichnen.

Fig. 508 giebt die Dach- und Deckenkonstruktion über dem großen Saale der von H. Stier erbauten „Flora" in Charlottenburg.[1]) Die eigentliche Dachkonstruktion besteht aus einem Hängewerk mit zwei Strebenpaaren, die an drei Stellen durch doppelte Holzzangen und durch eine eiserne Zugstange verbunden sind. Der Dachstuhl ist mit einem System von Bohlenbogen kombiniert, die durch

Fig. 505.

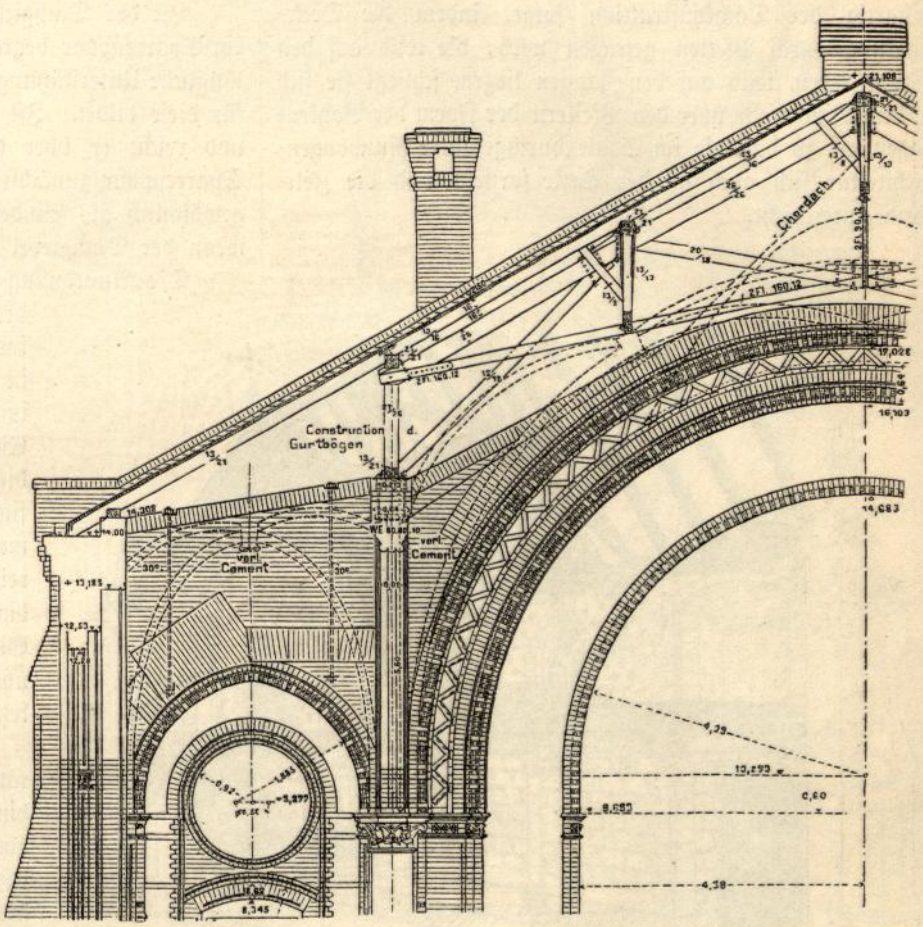
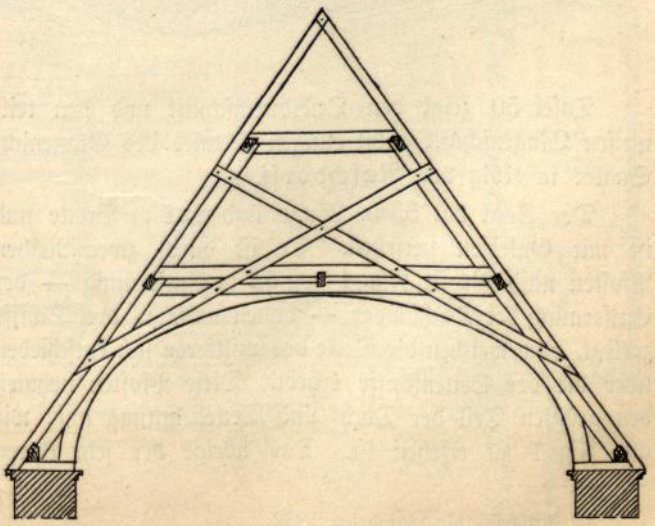


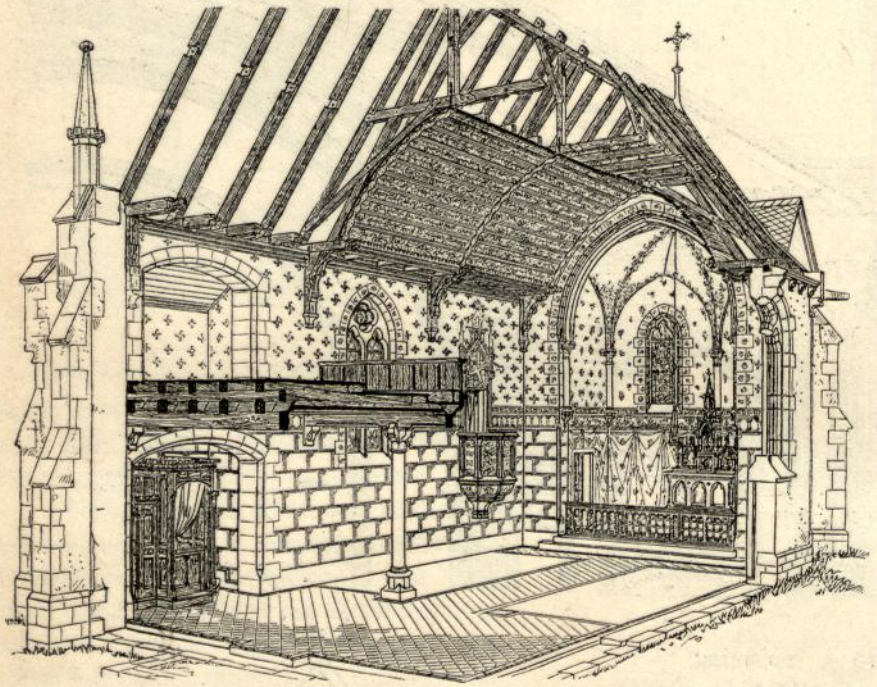
Fig. 506.



1) Deutsche Bauzeitung 1873.

Hängesäulen an dem Dachstuhle befestigt sind, und, von den Wandpfeilern ausgehend, den Saal überspannen. Die im übrigen gleichmäßig gebildeten Binder sind so angeordnet, daß je ein Binderfeld auf einen Pfeiler und je drei Binderfelder auf die dazwischen liegenden Bogenfelder entfallen. Während die Saaldecke in den Zwischenfeldern zeltartig der Dachkonstruktion folgt, indem die Deckeschalung durch Pfetten getragen wird, die teils auf den Hauptstreben, teils auf den Zangen liegen, schließt sie sich in dem Binderfeld über den Pfeilern der Form der Bohlenbogen an, so daß die im Saale durchgeführte Rundbogenarchitektur sich auch an der Decke fortsetzt und die Zeltform unterbricht.

Fig. 507.



Tafel 50 zeigt den Querdurchschnitt und den teilweisen Längenschnitt nebst einigen Details des Gürzenich-Saales in Köln von Raschdorff.[1])

Der Saal hat 53 m Länge und 22,2 m Breite und ist mit Galerien versehen. Er ist durch zwei Reihen Pfosten nach Profil Fig. 4 von 5,3 m Entfernung — der Entfernung der Dachbinder — voneinander in drei Schiffe zerlegt, von welchen die Decke des mittleren sich entschieden über die der Seitenschiffe erhebt. Diese Pfosten nehmen den größten Teil der Dach- und Deckebelastung auf, wie aus Fig. 1 zu ersehen ist. Das übrige der sehr klaren Dach- und Deckekonstruktion ist aus den Zeichnungen zu ersehen.

Die bisher behandelten Satteldächer sind als solche anzusehen, die an den Enden durch Giebelwände geschlossen sind. Über die Verbindung dieser Giebelwände mit den Dachgerüsten haben wir noch folgendes mitzuteilen:

Ist der Dachgiebel eine Holzwand, so wird er durch ein Sparrenpaar begrenzt, das durch die Wand selbst hinlängliche Unterstützung findet und gewissermaßen die Pfette für diese bildet. Ist der Giebel in Mauerwerk ausgeführt und reicht er über die Dachflächen hinaus, so liegt ein Sparrenpaar zunächst an der Giebelmauer, und dieses wird gewöhnlich als Bindergespärr konstruiert, besonders dann, wenn der Dachgiebel eine geringe Mauerstärke hat.

Die Anordnung eines Giebelbinders ist aber schon der Feuersicherheit wegen zu empfehlen, indem man nicht benötigt ist, die Pfetten in die Giebelmauer einbinden zu lassen, im Fall diese zugleich Scheidemauer ist. Eine Verankerung der Dachpfetten mit dieser Mauer kann dessenungeachtet stattfinden. Soll das Dach um ein oder mehrere Gebinde über den Giebel hinausreichen, so reichen auch die für diese Gebinde immer nötigen Pfetten über die Giebelwand hinaus und werden häufig noch durch Kopfbüge oder Konsolen von letzterer aus unterstützt.

Bei steilen Dächern wird es immer ratsam sein, diese überhängenden Gebinde mit Kehlbalken zu versehen, die aber, obgleich sie über den Pfetten liegen, doch mit den Sparren zangenartig zu verbinden sind. Das Nähere hierüber wird bei den Gesimsen besprochen werden.

§ 9.

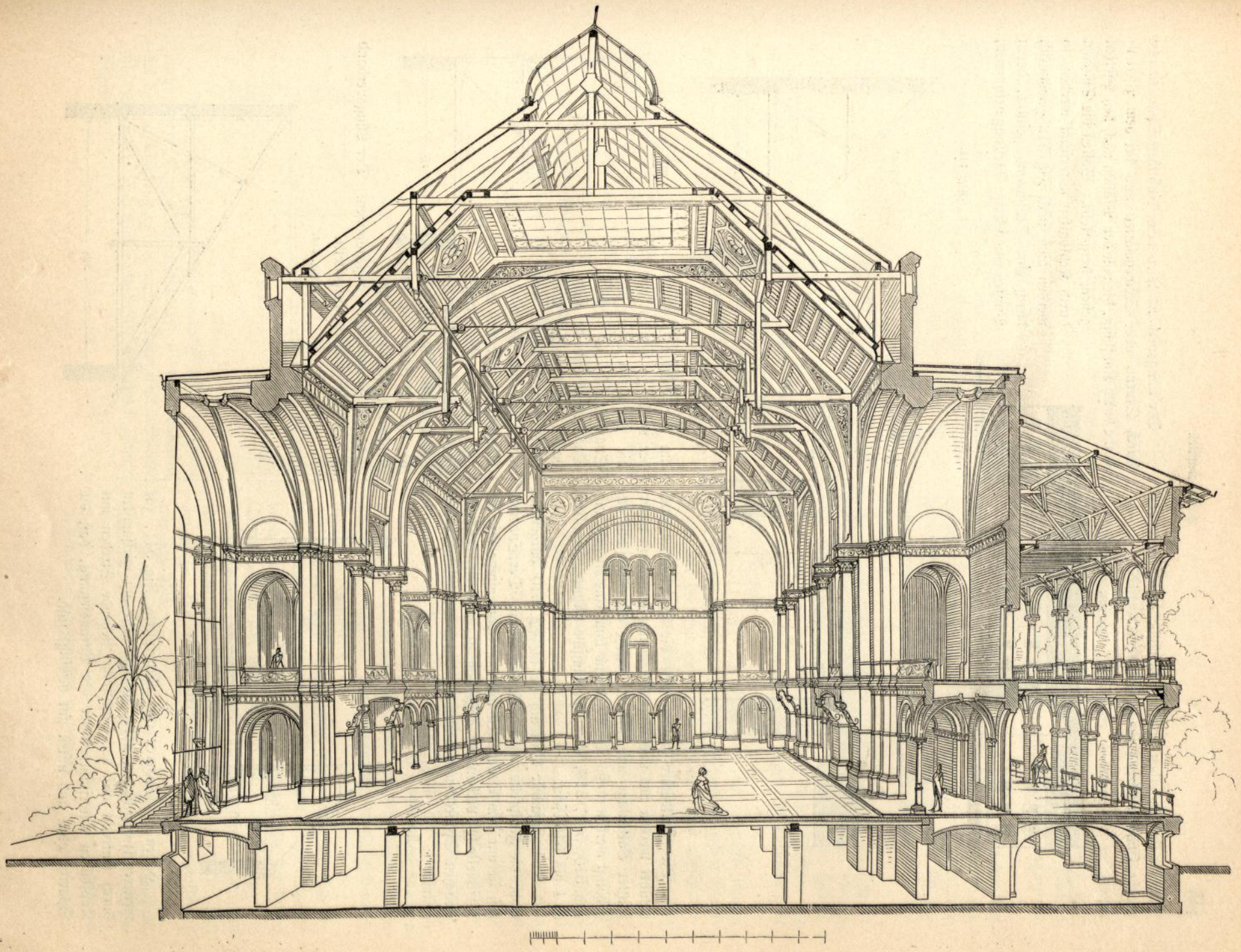
Pultdächer.

Die Pultdächer sind halbe Satteldächer, deren Konstruktionen mit wenigen Abänderungen auf jene übertragen werden können. Sie finden bei Bauten längs der Nachbargrenze, nach der das Traufwasser nicht geleitet werden darf, Verwendung.

Es ist vorteilhaft, diese längs der Grenzen laufenden Seitenbauten nach Fig. 509 derart anzulegen, daß je zwei eine gemeinschaftliche Brandmauer erhalten, da dann auch die beiden Höfe aneinander stoßen und so den Seitengebäuden am meisten Licht und Luft zugeführt wird. Die

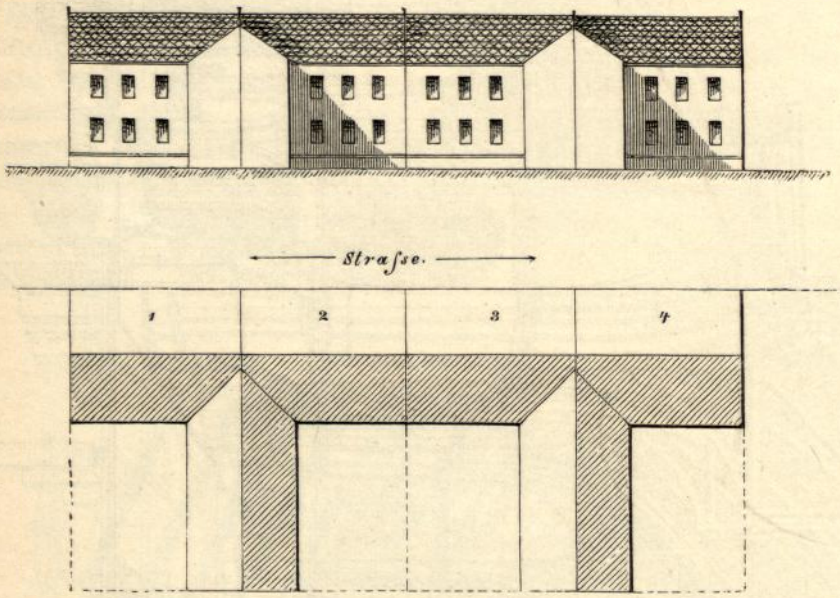
1) Zeitschrift für Bauwesen 1862.

Fig. 508.



Vorteile sind dieselben, ob die Gebäude verschiedene oder gleiche Höhe erhalten.

Fig. 509.



Die Pultdächer können wie die Satteldächer ausgeführt werden mit und ohne Kniewand; ferner mit unterstützter Balkenlage und solcher, welche am Dachstuhl angehängt werden muß. Die Pultwand kann eine Riegelwand, Fig. 510, 511, 513, oder eine massive Mauer, Fig. 512, 514 bis 516, sein.

Das einfachste Pultdach ist in Fig. 510 dargestellt, wobei die Firstpfette zugleich Wandpfette ist. Der Sparrenfuß ist mit dem Deckebalken und die Sparrenspitze mit der Firstpfette fest verbunden; außerdem ist ein Dreiecksverband zwischen Sparren und Pultwand durch Winkelbänder hergestellt.

Fig. 510.

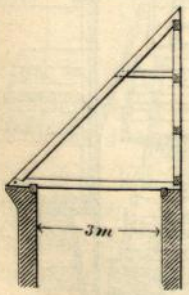
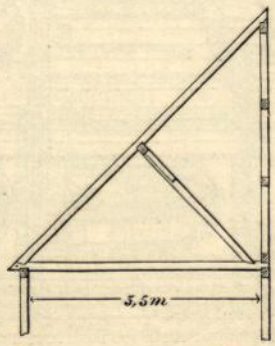


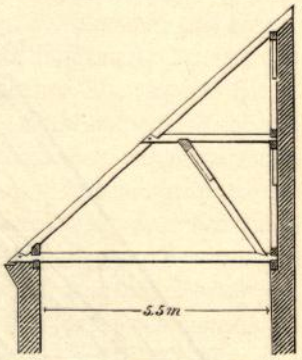
Fig. 511.



Haben die Sparren eine Mittelpfette, Fig. 511, zur weiteren Unterstützung nötig, so wird diese am wirksamsten durch senkrecht auf der Dachfläche stehende Streben mit Kopfbügen unterstützt, unter der Voraussetzung, daß die Sparren oben und unten gut befestigt sind.

Der Längsverband wird beim einfachen Sparrendache durch Sturm- oder Schwebelatten und bei dem Pfettendache durch Kopfbüge, die von den Pfosten nach den Pfetten gehen, hergestellt. Sollen die Sparren durch Kehlbalken unterstützt werden, so werden diese nach Fig. 512 gewöhnlich durch eine Stuhlwand gestützt, deren Pfosten eine schräge Stellung bekommen,

Fig. 512.



um die Balken nicht in der Mitte zu belasten und die Pultwand gegen den Sparrenschub zu sichern. Das hintere Ende der Kehlbalken findet in der Pultwand sein Auflager, entweder auf einer Pfette oder Mauerlatte, oder auch wohl nur auf einem Wandriegel, je nach der Konstruktion der Wand selbst. In Fig. 512 ist eine Verkämmung der Kehlbalken zwischen Rahmholz und Saumschwelle angenommen. Der Längsverband ist durch Kopfbänder hergestellt.

Fig. 513.

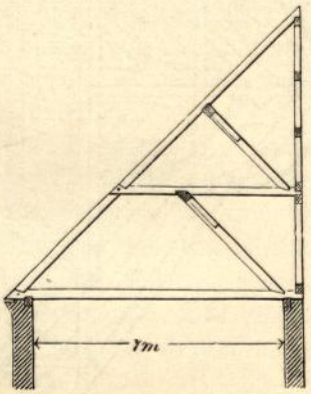
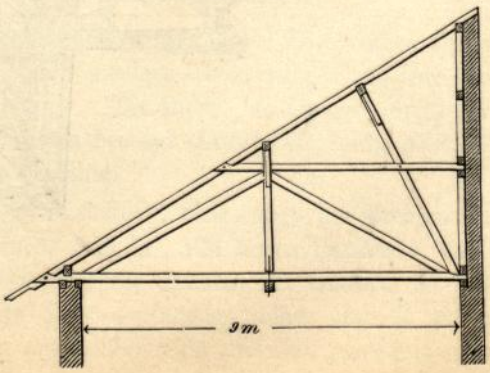


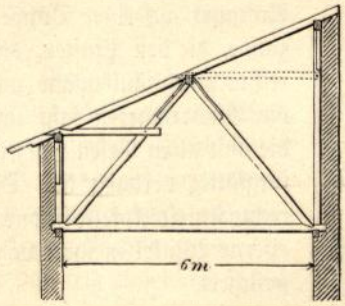
Fig. 514.



Soll der Speicherraum des Pultdaches, wie in Fig. 513, durch ein Kehlgebälk in einen unteren und einen oberen Speicher zerlegt werden, und bedürfen die Sparren des letzteren noch einer Zwischenunterstützung, so können die Konstruktionen Fig. 511 und 512 kombiniert, bezw. das Pfettendach mit dem Kehlbalkendach verbunden werden.

Ist das Deckegebälk teilweise mittels der Dachkonstruktion zu tragen, so entsteht das Hänge- und Sprengwerk, Fig. 514. Hier ist die Aufgabe mit dem einfachen Hängebock gelöst, wobei die doppelte Kehlbalkenzange Bindersparren, Hängesäule, schräge Stuhlsäule der oberen Mittelpfette und die Pultwand fest miteinander verbindet und durch Bildung fester Dreiecke die ganze Konstruktion unverschiebbar macht.

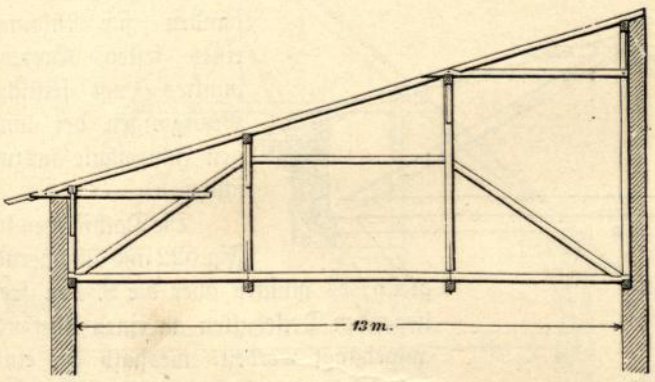
Fig. 515.



Zwei Beispiele von Pultdächern mit Kniewänden stellen die Fig. 515 und 516 dar. Bei Fig. 515 ist die Mittelpfette durch den sogenannten Bock abgesprengt, während die beiden anderen Pfetten durch Pfosten unterstützt sind, deren lotrechte Lage durch Zangen gesichert wird. Im Falle der Pultwandpfosten durch Anker mit der Mauer verbunden werden soll, kann die punktiert angedeutete Zange in Wegfall kommen.

Der Längsverband ist durch Kopfbänder unter den Pfetten erreicht.

Fig. 516.



Schließlich zeigt Fig. 516 eine wohl nicht sehr häufig vorkommende Pultdachkonstruktion von 13 m Spannweite, bei der zur Absprengung der doppelte Hängebock verwendet ist. Kniewand- und Pultwandpfosten sind durch Zangen festgestellt.

§ 10.

Unsymmetrische Satteldachbinder.

Unsymmetrische Dachbinder entstehen bei ungleichen Dachneigungen, oder ungleich großen Dachflächen, oder auch in den Fällen, in denen aus irgend einem Grunde die Unterstützung der Pfetten unsymmetrisch angeordnet werden muß.

Sichere Absteifung der Pfetten und Übertragung der Lasten auf die Unterstützungspunkte, sorgfältige Quer- und Längenverspannung und Aufhebung des im Binder wirkenden Horizontalschubes bleiben auch hier die Grundbedingungen für die Anordnung und Konstruktion des Binders.

Je nach den besonderen Verhältnissen werden sich die Anordnungen verschieden gestalten, stets werden wir es aber mit stehenden oder liegenden Stühlen, oder Hängewerken oder mit Zusammensetzungen dieser Systeme zu thun haben, wie die nachstehend gegebenen Beispiele dies näher erläutern.

Fig. 517 zeigt ein Satteldach mit ungleich langen Dachflächen; die Firstpfette ruht auf zwei liegenden Stuhlsäulen, die die Last auf die Umfassungs- und die Innenmauer übertragen, während die Zwischenpfette auf einem Pfosten liegt, der durch eine Doppelzange mit dem Bindersparren und einer liegenden Stuhlsäule verknüpft ist.

In Fig. 518 sind die Dachflächen ebenfalls ungleich lang und verschieden geneigt; aber auf jeder Dachseite ist eine Zwischenpfette notwendig. Die Firstpfette ruht auf zwei liegenden Stuhlsäulen, während die Zwischenpfetten durch eine Doppelzange unterstützt werden, die mit den Stuhlsäulen und den Bindersparren verbolzt ist. Die Zwischenpfette der linken Dachseite, die ziemlich weit vom Knotenpunkt entfernt ist, bedarf zur sicheren Unterstützung einer weiteren Stuhlsäule, die am Fuße mit der anderen Stuhlsäule versatzt und verbolzt ist, und oben von der Doppelzange gefaßt und mit dieser und dem Bindersparren gleichfalls verbolzt ist. Die Längenverspannung wird durch Kopfbänder hergestellt.

Fig. 519 zeigt eine ähnliche Anordnung, nur sind die Unterschiede in den Längen und Neigungen der Dachflächen bedeutender wie in Fig. 518; die Zwischenpfette der linken Dachseite ruht hier auf einem Pfosten, der sich auf eine Zwischenmauer aufstellt, und der Knotenpunkt zwischen Doppelzange und Bindersparren ist durch einen Bug unterstützt. Die rechte Dachseite zeigt dieselbe Anordnung wie Fig. 518.

Wesentlich verschieden ist die Anordnung des Binders, Fig. 520;[1]) die Dachflächen, die mit Zink nach dem Leisten-

1) Die Binderkonstruktionen Fig. 517 bis 523 sind eigenen Ausführungen des Verfassers entnommen.

Fig. 517.

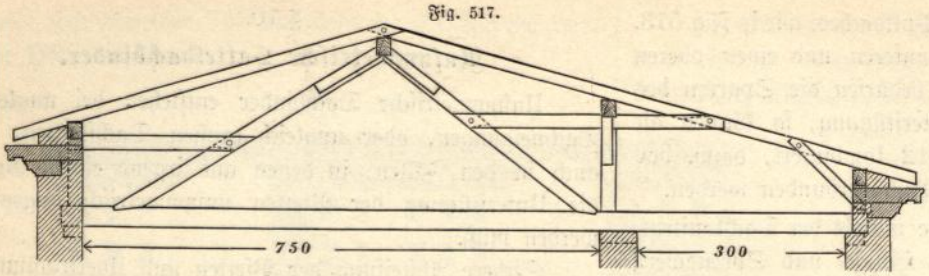


Fig. 518.

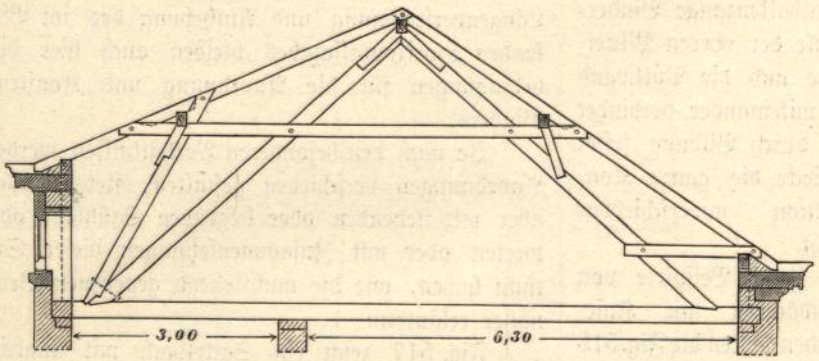


Fig. 519.

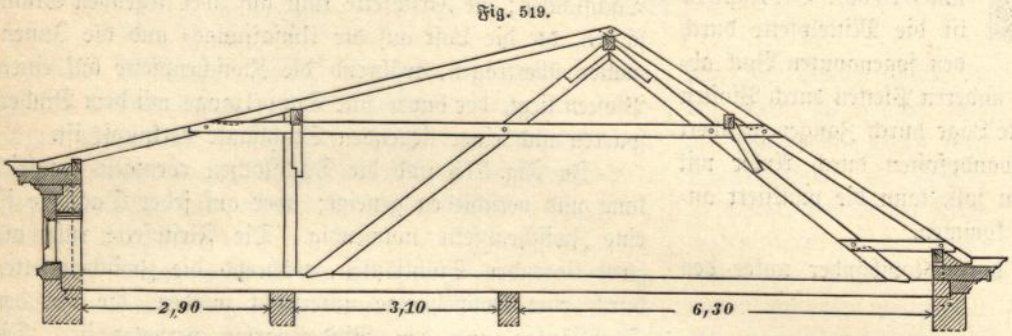


Fig. 520.

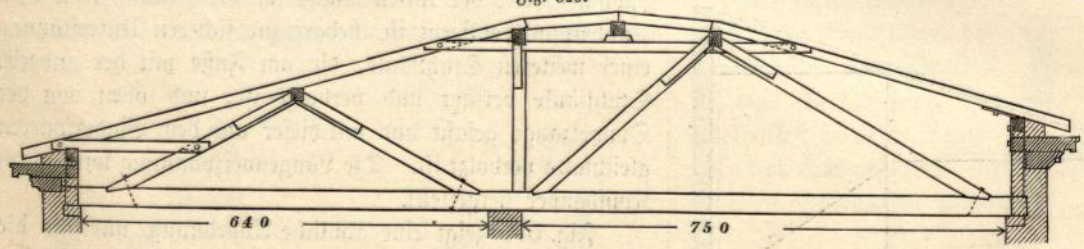
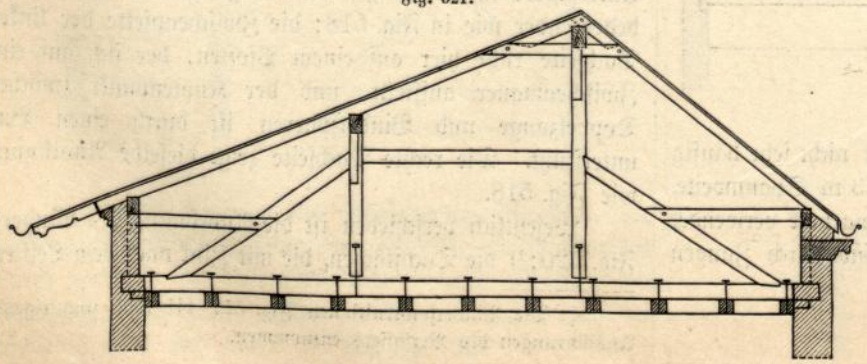


Fig. 521.



system eingedeckt und ungleich lang sind, nehmen ein kleines Plateau zwischen sich auf, so daß eine Firstpfette, zwei Dachbruchpfetten und eine Zwischenpfette zu unterstützen sind. Die linke Dachbruchpfette ist durch einen Pfosten, die rechte Dachbruchpfette und die Zwischenpfette durch je ein Stuhlsäulenpaar gefaßt; die Firstpfette dagegen findet ihr Auflager auf einer Doppelzange, die den Pfosten, das rechte Stuhlsäulenpaar und die Bindersparren faßt und die mit allen diesen Hölzern sorgfältig verbolzt ist. Die rechte Kniestockpfette ist durch eiserne Winkel in ihrer Lage gesichert.

Bei dem Binder Fig. 521 mit ungleich langen und ungleich geneigten Dachflächen besteht die Binderkonstruktion aus einem doppelten Hängewerk; eine Hängesäule ist nach oben zur Aufnahme der Firstpfette verlängert, und durch eine kurze Zange mit den Bindersparren verbunden zur Bildung eines festen Knotenpunktes, um seitliche Bewegungen der langen Hängesäule auszuschließen.

Die Dachflächen in Fig. 522 sind annähernd gleich; es mußten aber die 8,52 m frei liegenden Deckebalken an einen Überzug aufgehängt werden, weshalb ein einfaches Hängewerk angeordnet wurde, das zugleich zur Unterstützung der linken Zwischenpfette dient; eine Doppelzange faßt den Bindersparren, die Hängesäule und den Pfosten, der unter der rechts liegenden Zwischenpfette steht und auf die Zwischenmauer aufgesetzt ist. Die Firstpfette ruht auf zwei liegenden

Stuhlsäulen, die von der Doppelzange ausgehen.

Bei größeren Spannweiten wird sich eine Anordnung nach Fig. 523 ergeben.

Endlich zeigt Fig. 524 einen Binder mit einseitig sehr steilem Dach, und Fig. 525 einen solchen mit beiderseitig steilen, aber verschieden hohen Dachflächen, die unter sich durch ein flacheres Dach verbunden sind.

Bei den bisher besprochenen Dachbindern sind die liegenden Stuhlsäulen stets paarweise angeordnet, derart, daß sie nach entgegengesetzten Richtungen wirken, so daß kein einseitiger Schub auftritt. Häufig können aber, ähnlich wie bei den Pultdächern, liegende Stuhlsäulen nur einseitig angeordnet werden, wie z. B. in dem auf Taf. 51 dargestellten Dachstuhlbinder, der im Neubau des zoologischen Institutes der Universität in Straßburg [1]) ausgeführt ist. Um weitere Ausstellungsräume zur Unterbringung der umfangreichen Sammlungen zu gewinnen, wurde gegen den Hof ein drittes Obergeschoß angelegt, dessen Säle gegen die nach der Straße liegenden Dachbodenräume durch eine längslaufende Wand abgeschlossen sind. Diese Wand ruht auf dem Hohlen, und mußte deshalb nach Fig. 2, Tafel 51, als Hängewand ausgebildet und möglichst leicht gehalten werden; dies wurde erreicht durch Verwendung von 4 cm starken Gipsdielen, die längslaufend über die Hängesäulen genagelt und verputzt wurden.

Fig. 522.

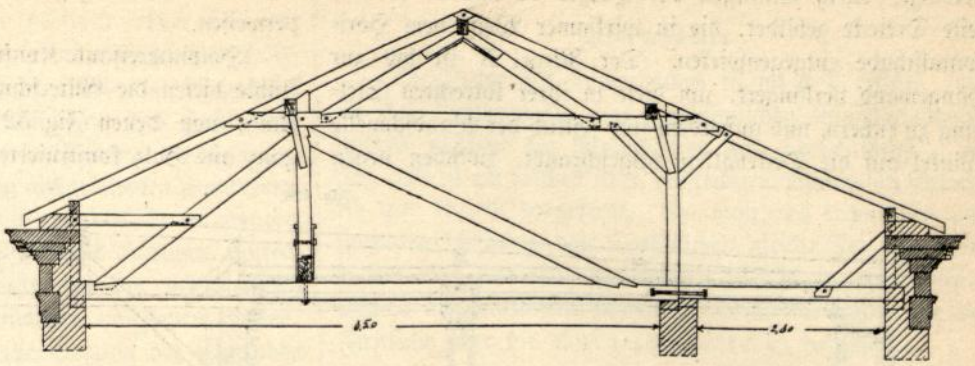


Fig. 523.

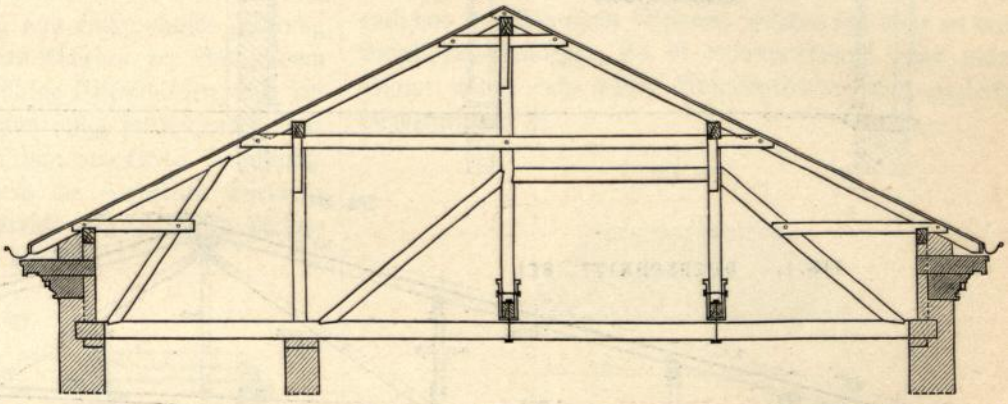


Fig. 524.

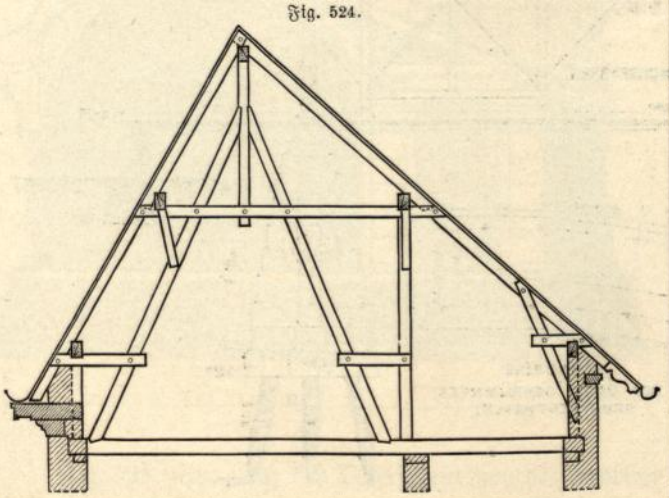
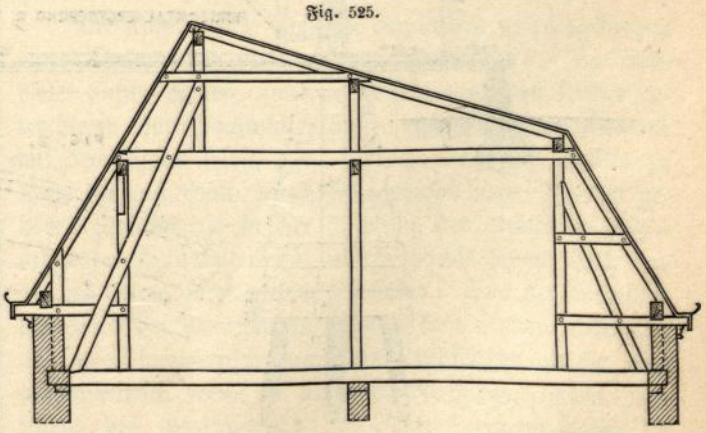


Fig. 525.



Die hinten liegenden flachen Dachflächen wurden mit Holzcement, die vorderen mit Schiefer eingedeckt.

Wie die auf Tafel 51 dargestellte Konstruktion erkennen läßt, sind die liegenden Stuhlsäulen verdoppelt und mit den überschnittenen Hölzern verkämmt und sorgfältig

1) Nach den Plänen von Prof. Dr. Warth, siehe auch Deutsche Bauzeitung 1898.

verbolzt; durch Einfügen der Hölzer X und Y werden feste Dreiecke gebildet, die in wirksamer Weise dem Horizontalschube entgegenwirken. Der Riegel X ist bis zur Hängewand verlängert, um diese in ihrer lotrechten Stellung zu sichern, und außerdem sind seitlich der Wandschwelle Winkel auf die Deckebalken aufgeschraubt, zwischen denen die Schwelle in der lotrechten Ebene festgehalten wird, ohne mit den Winkeln verbunden zu sein.

Die Binder mußten je nach ihrer Stellung verschieden ausgebildet werden; Fig. 526 giebt eine solche Abänderung, die keiner weiteren Erläuterung bedarf.

Bei den zusammengesetzten Dachstühlen finden sich die unsymmetrischen Binderanordnungen sehr häufig, worüber wir auf das in Fig. 563 bis 573 dargestellte Beispiel verweisen.

Hochinteressante Konstruktionen unsymmetrischer Dachstühle bieten die Güterschuppen auf den Hamburger neuen Kais, von denen Fig. 527 ein System darstellt.[1]) Die ganz aus Holz konstruierten Binder sitzen auf gitterförmig konstruierten Stützen aus Walzeisen, die große Standfestigkeit besitzen und die Verbindung mit den schweren Hölzern des Dachstuhles in einfacher und sicherer Weise gestatten, so daß die Mehrkosten im Vergleich zu hölzernen Stützen reichlich aufgewogen werden.

Fig. 526.

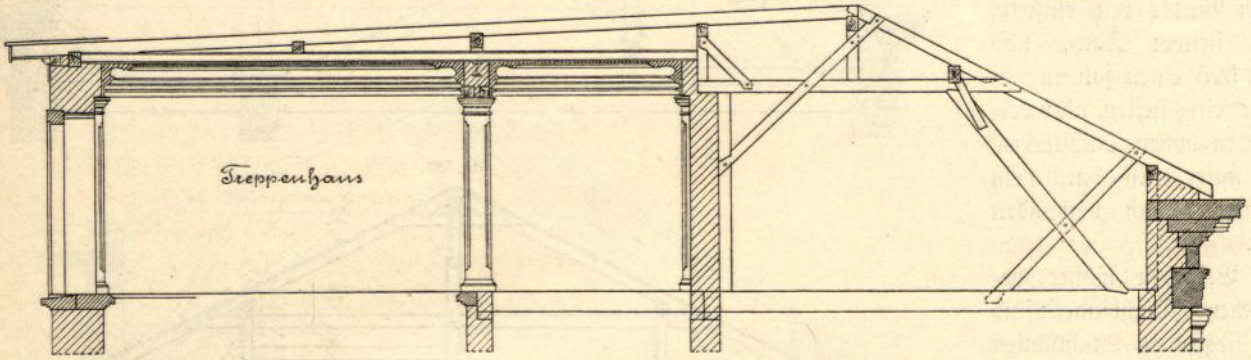
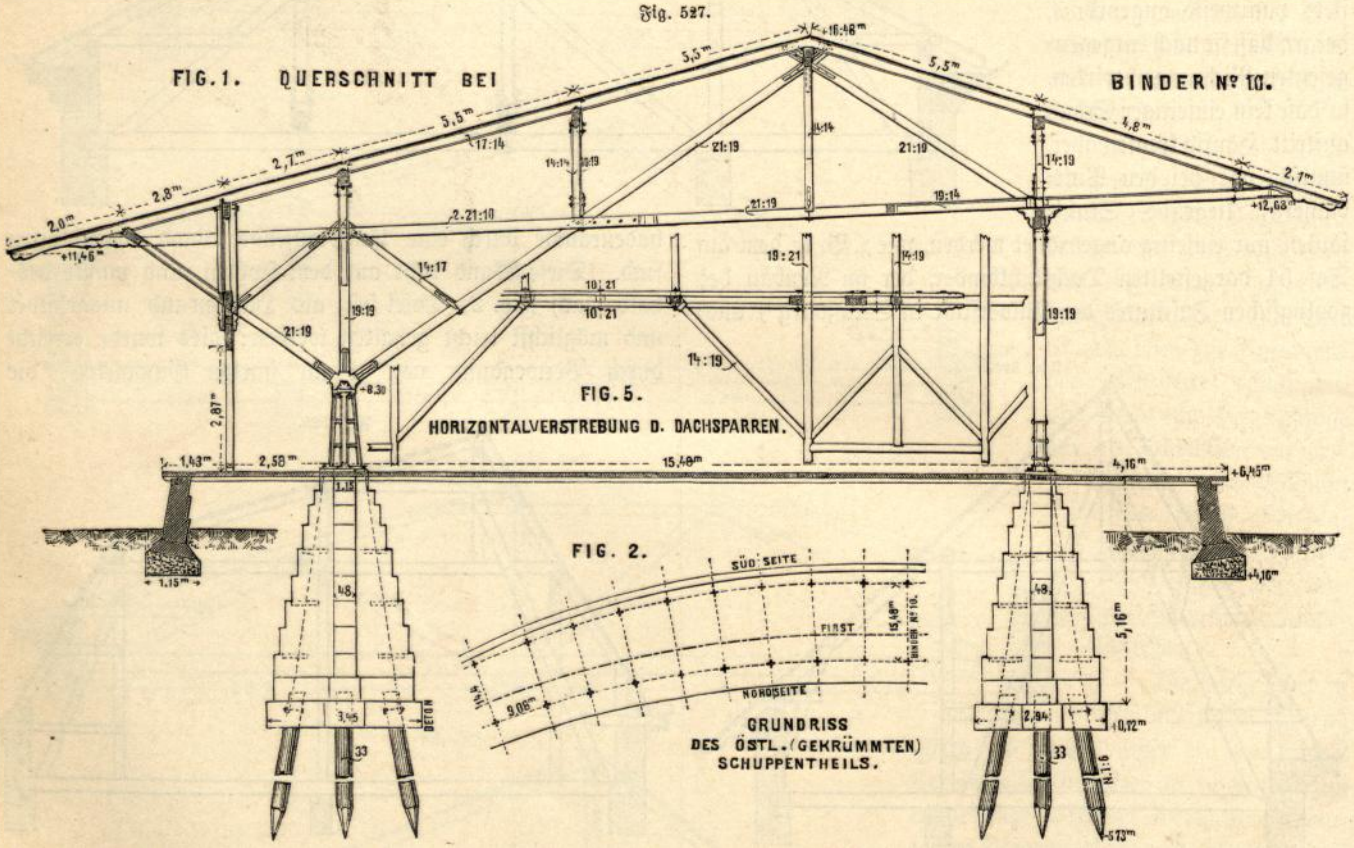


Fig. 527.



[1]) Deutsche Bauzeitung 1897.

Die Schuppen sind nur nach der Landseite hin geschlossen, und zwar besteht der geschalte obere Teil der Abschlußwand aus einem am Dachwerk aufgehängten Holzgerippe, und der untere Teil ist in Stiel- und Riegelwerk ausgeführt, das auf den Schwellhölzern des Fußbodens aufruht. Die Binder haben 8,6 m Abstand, die Sparrenweite ist 0,96 m. Die kreuzförmig ausgebildeten gemauerten Fundamente der Hauptstützen sind von den Perronmauern, auf denen die Lagerhölzer des Fußbodens aufruhen, isoliert, so daß die unausbleiblichen Setzungen der verschiedenen Bauteile sich unabhängig voneinander vollziehen können; man hat von vornherein auf eine Setzung der Fußboden von nicht weniger als 20 cm gerechnet und für diese durch Überlappung der Holzschalung und entsprechende Führung Vorsorge getroffen. Gegen das Abheben der Binder vom Kopfe der Stützen dienen kräftige Eisenschienen und ein durch die ganze Dachkonstruktion stetig fortlaufender Verband von schweren Eisenteilen von mancherlei Gestaltung. Der Längenverband wird durch die erwähnten Eisenteile in Verbindung mit den zahlreich vorkommenden Rahmhölzern in genügender Weise bewirkt.

Fig. 528.

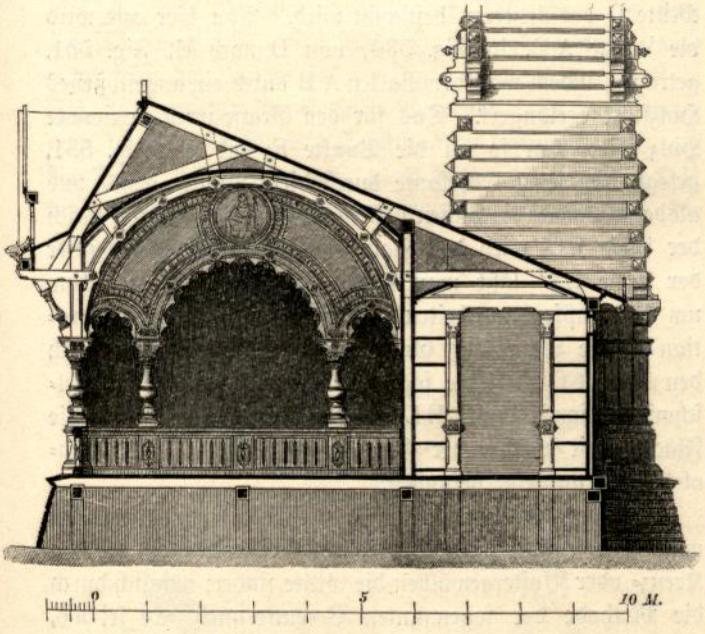


Fig. 528 zeigt noch den Querschnitt von der Probierhalle der rheinischen Weinproduzenten auf der Ausstellung in Philadelphia, bei der ein Bogenbinder und tonnenartig verschalte Decke angenommen und der Horizontalschub durch mehrere über dem Bogen liegende Dreiecksverbindungen aufgehoben ist.[1])

1) Architektonisches Skizzenbuch, Berlin 1877.

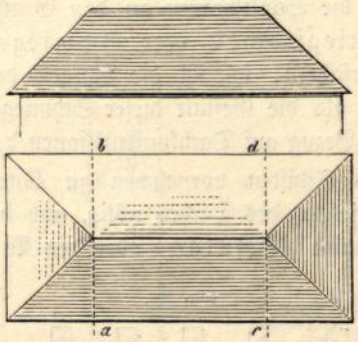
§ 11.

Walmdächer.

Die Form des Walmdaches ist im § 2 erklärt, und bei der Beschreibung des gewöhnlichen Wohnhausdachstuhles wurden die Walmdächer kurz berücksichtigt. In Fig. 529 ist ein solches über rechteckigem Raume im Grundriß und Aufriß dargestellt. Da man aus technischen und formalen Gründen den Dachflächen gleiche Neigung giebt, so hat man nur die vier rechten Winkel der Grundfigur mittels der Gratlinien zu halbieren, um die Endpunkte der Firstlinie oder die Anfallspunkte zu bestimmen.

Ist der Anfallspunkt des Walms festgelegt, so ist auch das Anfallsgebinde bestimmt, welches sich dicht an den Anfallspunkt anlegt. Es ist wünschenswert, aber nicht absolut nötig, daß dieses Anfallsgebinde auch zugleich Bindergespärr sei.

Fig. 529.



Die Konstruktion zwischen den beiden Anfallsgebinden eines Walmdaches oder zwischen a b und c d, Fig. 529, bietet nichts Neues, sondern besteht aus den seither betrachteten Satteldachkonstruktionen, wir haben es daher nur mit dem Walm selbst, d. h. mit dem Teile des Daches zu thun, der außerhalb der Anfallsgebinde liegt. Hierher gehören zunächst die in der Richtung der Gratlinien anzuordnenden Gratsparren, welche 18 bis 20 cm hoch und 15 bis 18 cm breit gemacht werden. Von der Gratlinie aus wird der Gratsparren nach beiden Seiten abgedacht, und zwar symmetrisch, wenn die Dachflächen gleiche, oder unsymmetrisch, wenn sie ungleiche Neigungen haben. Die Länge des Gratsparrens und seine Neigung gegen die Horizontale wird bekanntlich durch Umlegung des rechtwinkeligen Dreieckes bestimmt, dessen Katheten aus der Dachhöhe und der Horizontalprojektion der Gratlinie bestehen und dessen Hypotenuse der Länge des Gratsparrens entspricht.

Die Gratsparren stehen — bei unmittelbarer Verbindung der Sparren mit den Balken — in Gratstichbalken,

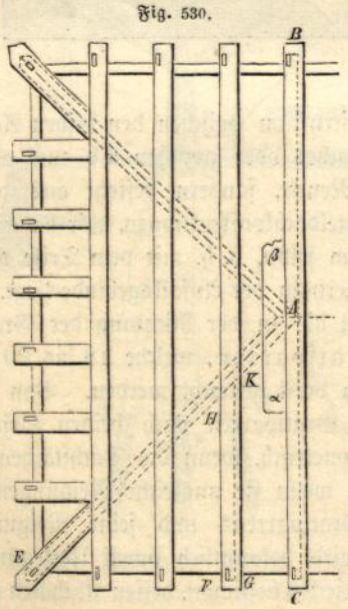
und man sucht diese gegen den auf sie ausgeübten Seitenschub dadurch zu sichern, daß man sie mit dem Balken, in den sie eingezapft sind, verklammert und diesen nötigenfalls mit seinen benachbarten durch ein Bandeisen verbindet. Die Gratsparren bilden halbe Dachgebinde, da ihnen die Gegensparren fehlen, und sie lehnen sich daher gegen einander und gegen das Anfallsgebinde, wo sie durch „Schiftung" verbunden werden.

Alle Sparren der Langseiten außerhalb des Anfallsgebindes, sowie die der Walmseite, reichen nicht bis zur Firstlinie, sondern laufen gegen die Gratsparren aus, werden hier angeschiftet und heißen daher Schiftsparren. Ihre Länge ergiebt sich durch die Betrachtung, daß jeder Schiftsparren die Hypotenuse eines rechtwinkeligen Dreieckes bildet, dessen Katheten seine eigene Horizontalprojektion und die lotrechte Entfernung seines Anfallspunktes über der Horizontalebene des Sparrenfußes sind.

Die Flächen, mit denen sich die Gratsparren gegen einander und gegen das Anfallsgebinde, sowie die, mit welchen sich die Schiftsparren an den Gratsparren legen, heißen Schmiegflächen oder Schmiegen, und das praktische Verfahren, sowohl die Längen der Grat- und Schiftsparren, als die Gestalt dieser Schmiegen zu finden, nennt man in Bezug auf Dachkonstruktionen das Schiften.

Um das Schiften vornehmen zu können, ist eine Horizontalprojektion des Daches nötig, und diese bildet für den Zimmermann die Zulage oder den Werksatz.

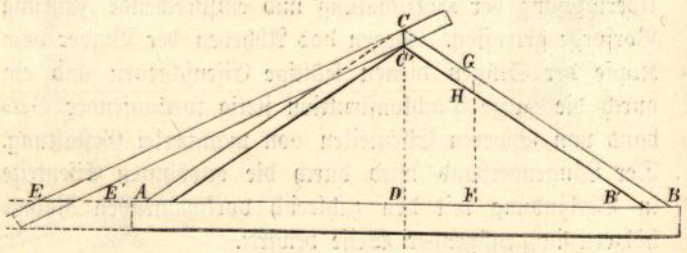
Fig. 530.



Auf der ordnungsmäßig zusammengelegten Dachbalkenlage werden die First- und Gratlinien aufgeschnürt, wie dies in Fig. 530 durch die punktierten Linien angedeutet ist. Da der Anfallspunkt A in die Kante des Anfallsgebindes A B C fällt, so muß neben diesem Gebinde, in der Nähe des Anfallspunktes, ein Brettstück $\alpha\beta$ befestigt werden, auf dem die für die Schmiege der Gratsparren nötigen Zeichnungen gemacht werden können. Diese ergeben sich sehr leicht, wenn man die Hälfte der Breite der Gratsparren zu beiden Seiten der Gratlinien aufträgt und Parallelen mit den Gratlinien durch die bezeichneten Punkte mittels Schnurschlägen zieht.

Zunächst wird jetzt ein Lehrgebinde, etwa das Anfallsgebinde, „zugelegt" und mit dessen Hilfe die Länge der Grat- und Schiftsparren bestimmt. Dieses Lehrgebinde sei in Fig. 531 dargestellt und aus der Spitze C desselben

Fig. 531.

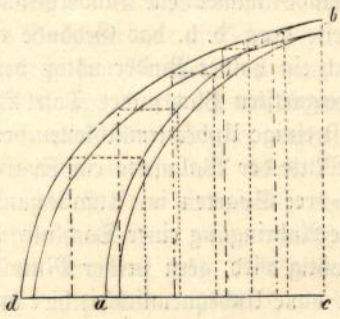


ein Perpendikel auf den Balken A B gefällt, wodurch die Mitte D des letzteren bestimmt wird. Von hier aus wird die Länge A E, in Fig. 530, von D nach E, Fig. 531, getragen, indem man den Balken A B durch ein angestoßenes Holzstück verlängert. Das für den Gratsparren bestimmte Holz wird nun so an die Punkte E und C, Fig. 531, gelegt, daß seine Oberkante durch diese Punkte geht, und alsdann werden die Linien E E' und C C' aufgezeichnet. Nach der Linie C C' wird das Holz immer abgeschnitten, unter der Linie E E' läßt man aber noch so viel Holz stehen, um den Zapfen anarbeiten zu können. Durch diese Operation ist die Länge des Gratsparrens bestimmt, und durch den Schnitt C C' ist die sogenannte Lotschmiege (Senkelschmiege), sowie durch E E' die Fußschmiege, d. h. die Fläche, mit welcher der Gratsparren auf der Dachbalkenoberfläche aufsteht, gefunden.

Ist der Gratsparren der eines Bohlendaches, so findet man seine Gestalt ganz auf dieselbe Art, wie man bei den Kreuz- oder Klostergewölben die Gräte findet; nämlich durch die Methode der sogenannten Vergatterung. Es sei a b, Fig. 532, ein Sparren des Lehrgebindes eines solchen Daches, und c d die Länge des Gratsparrens in seiner Horizontalprojektion. Die Grundlinie des Sparrens a b teile man in eine beliebige Anzahl, am besten gleicher Teile, und in ebenso viele die Linie c d. In diesen Teilpunkten errichte man Perpendikel, und zwar die auf a c bis zur Peripherie des Sparrens. Macht man nun die auf c d errichteten Perpendikel beziehungsweise ebenso lang, als die auf a c errichteten, so geben die Endpunkte der ersteren,

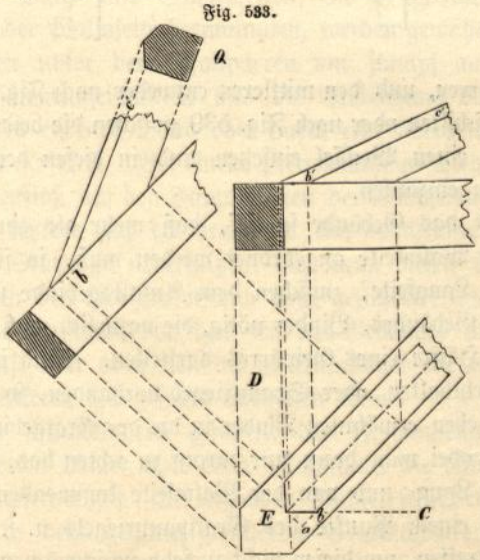
stetig verbunden, die verlangte Gestalt des Gratsparrens; und die Linien b c und d c bezeichnen zugleich die Richtungen der Lot- und Fußschmiegen.

Fig. 532.



Soll die Länge eines Schiftsparrens gefunden werden, so ist derselbe zunächst in der Horizontalprojektion aufzuzeichnen, d. h. es wird, seiner Breite entsprechend, ein Schnurschlag auf den betreffenden Balken gemacht, bis an die Schnurschläge, welche die Horizontalprojektion des Gratsparrens darstellen. Hierbei werden der Einfachheit halber die Sparren an einer Seite bündig mit den Balken angeordnet, und nicht mitten auf den Balken gestellt, wie dies bei den Gratsparren stets der Fall ist. Ist nun F G H K, Fig. 530, eine solche Horizontalprojektion, und trägt man die Länge G K in Fig. 530 von B nach F in Fig. 531, errichtet in F einen Perpendikel, so wird, wenn man vorher das für den Schiftsparren bestimmte Holz auf den Sparren B C, Fig. 531, gelegt hat, durch die Linie G H die Länge der Lotschmiege bestimmt, während B B' die Fußschmiege bezeichnet.

Fig. 533.



Die Oberfläche des Gratsparrens liegt sowohl in der Lang- als in der Walmseite des Daches; sie muß daher abgefast oder im Querschnitt rückenförmig gestaltet werden. Der Gratsparren wird, in der bis jetzt aufgefundenen Form, in der Horizontalprojektion an seinem Fuße die Gestalt haben, wie sie in Fig. 533 bei E mit punktierten Linien gezeichnet ist. Man schnüre daher die Fußlinien der Sparren bis an den Gratfußpunkt E auf und trage an der Fußschmiege des Gratsparrens die Entfernung a b von dem vorderen Eck hereinwärts auf und mache parallel mit der Oberkante desselben einen Schnurschlag b' c', so wird dies die Linie sein, nach der die Abfasung vorgenommen werden muß, wie dies der Querschnitt Q zeigt.

Durch die Lotschmiege ist sowohl an den Grat-, als an den Schiftsparren nur die Richtung der Ebene der Schmiege gefunden, und die Gestalt der eigentlichen Anlehnungsfläche oder der Backenschmiege muß noch bestimmt werden. Es geschieht dies bei Grat- und Schiftsparren auf ganz ähnliche Weise, weshalb wir hier das Verfahren an einem der letzteren zeigen wollen.

Fig. 534.

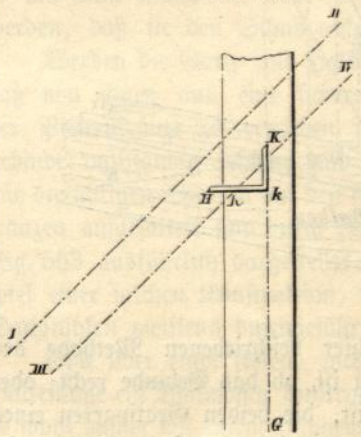
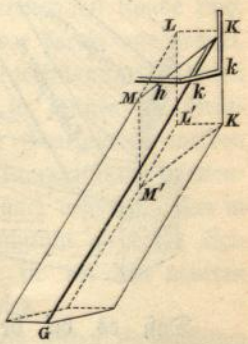


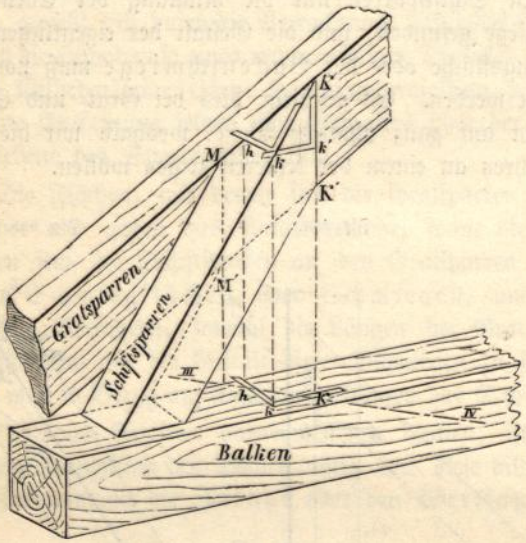
Fig. 535.



Es kommt darauf an, den Winkel, mit dem sich der Schiftsparren an den Gratsparren anlegt und der in Fig. 534 durch H K G in der Horizontalprojektion gegeben ist, an den Schiftsparren richtig zu übertragen. Letzterer hat, nach den bisherigen Operationen, die in Fig. 535 (teilweise punktiert) gezeichnete Gestalt. Der Zimmermann legt das Winkeleisen so an den Punkt K, Fig. 534, daß der eine Schenkel mit der aufgeschnürten Linie G K zusammenfällt, und bezeichnet das Maß K k auf demselben; dann wird der unbezeichnete Schenkel des Winkeleisens an die Lotschmiege K K', Fig. 535, gelegt und an dieser so lange verschoben, bis der auf dem anderen Schenkel bezeichnete Punkt K in die Kante K G, Fig. 535, fällt. Hierdurch ist der Punkt k in Fig. 535 so bestimmt, daß er lotrecht über k in Fig. 534 liegt; denn das Maß K k, Fig. 534, ist dem k k' in Fig. 535 gleich, und da K K' lotrecht steht, so ist auch k k', wie K k in Fig. 534, wagrecht. Jetzt wird das Winkeleisen an die Kante G K, Fig. 535, gelegt

und von k aus eine winkelrechte Linie kh, Fig. 535, gezogen, auf der der Punkt h so bestimmt wird, daß man das Maß kh aus Fig. 534 von k nach h in Fig. 535 trägt. Zieht man nun die Linie Kh, Fig. 535, bis M und schneidet nach dieser und nach der Richtung der Lotschmiege KK′ das Holzstück MLKK′L′M′ fort, so ist die Backenschmiege gefunden, die, wenn richtig verfahren wurde, genau an den Gratsparren sich anlegen wird. Die Richtigkeit des Verfahrens wird durch einen Blick auf Fig. 536 noch deutlicher werden.

Fig. 536.



Daß es bei der hier beschriebenen Methode des Schiftens ganz gleichgiltig ist, ob das Gebinde recht- oder schiefwinkelig geschlossen ist, die beiden Gratsparren eines Walms daher gleich oder ungleich lang sind, leuchtet ein, und deshalb sollen auch die übrigen, hier und da üblichen Methoden des Schiftens hier übergangen werden; bemerken müssen wir aber noch, daß, wenn die Walmseite denselben Dachwinkel hat, wie die Langseite, alsdann die Schifter der Walmseite auch auf dem Lehrgebinde der Langseite abgeschiftet werden können, daß, wenn die Walmseite aber eine andere Neigung gegen den Horizont hat, alsdann auch ein besonderes, diesen Winkel darstellendes Lehrgebinde für die Schifter der Walmseite zugelegt werden muß.

Daß es ferner für das Schiften der Sparren durchaus gleichgiltig ist, auf welche Weise oder wie oft die Sparren unterstützt sind, und ob sie zu einem steilen oder zu einem flachen Dache gehören, leuchtet ebenfalls ein.

In Bezug auf die Konstruktion der Walme ist im allgemeinen zu bemerken, daß die Gratsparren halbe Gebinde darstellen, und zwar immer halbe Bindergespärre, wenn überhaupt Bindergespärre in dem Dache vorhanden sind. Diese beiden Gratgespärre durchschneiden sich in einer durch den Anfallspunkt gehenden Vertikallinie, und wenn horizontale Verbandstücke, wie Zangen und Spannriegel, in denselben vorhanden sind, so müssen diese in ihrem Kreuzungspunkte eine Unterstützung finden, weshalb in diesem Fall das Anfallsgebinde immer ein Bindergespärre sein muß. Ist die Walmseite lang, d. h. das Gebäude tief, so ist hier gewöhnlich auch ein halber Binder nötig, der dann in der Mitte seinen geeignetsten Platz findet, Tafel 22, Fig. 1 bis 3, obgleich es sonst einige Unbequemlichkeiten verursacht, wenn gerade in der Mitte der Walmseite ein Sparren vorhanden ist, weil dann drei Sparren im Anfallspunkte zusammenstoßen, auch die Anbringung einer Dachluke, die man, wenn sie überhaupt nötig wird, gern in der Mitte der Walmseite anordnet, nicht ohne Unbequemlichkeit hier angelegt werden kann.

Kommen drei Sparren im Anfallspunkte zusammen, so sollte man sie nicht alle drei bis an diesen Punkt reichen lassen, wie es Fig. 537 darstellt, sondern nur die beiden

Fig. 537.

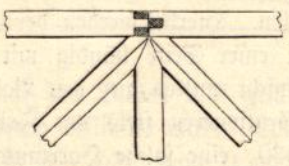


Fig. 538.

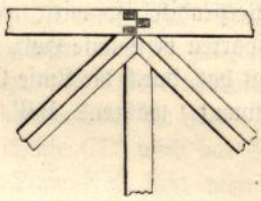
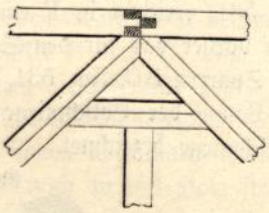


Fig. 539.



Gratsparren, und den mittleren entweder nach Fig. 538 an diese anschiften oder nach Fig. 539 zwischen die beiden Gratsparren einen Wechsel einsetzen und in diesen den dritten Sparren einzapfen.

Ist das Gebäude so tief, daß mehr als ein Binder auf der Walmseite angeordnet werden muß, so sind auch auf der Langseite, zwischen dem Anfallsgebinde und dem Eck des Gebäudes, Binder nötig, die natürlich noch weniger als die Hälfte eines Gespärres darstellen. Sind in diesem Fall Kehlbalken oder Spannriegel vorhanden, so werden die der eben erwähnten Binder in die der Gratgebinde verzapft, wobei man dann nur darauf zu achten hat, daß die von der Lang- und von der Walmseite kommenden Hölzer nicht in einem Punkte des Gratspannriegels u. s. w. zusammentreffen, um diesen nicht zu sehr zu schwächen. Daß, wenn auch in den Lehrgebinden Kehlbalken vorhanden sind, für diese ein Stichgebälk, ganz ähnlich wie im Hauptdachgebälk, angeordnet werden muß, versteht sich von selbst.

Hat das Dach einen gebrochenen Walm, Fig. 1, Tafel 52, anstatt des einfachen, so kommt man einfach zum Ziel, wenn man in dem Anfallsgebinde eine Art Hängesäule anordnet, für welche die Hauptsparren die Streben bilden, und von dieser aus die Gratsparren durch Büge unterstützt; hat hierbei das Dach nur eine mittlere Pfette, so kann man die Hauptsparren in den Gratgebinden ganz fortlassen und die Pfetten unmittelbar durch die erwähnten Büge unterstützen, nur muß man dann Sorge tragen, daß der Fuß der Hängesäule nicht ausweichen kann. Sind indessen mehrere Pfetten zwischen den Endpunkten der Sparren vorhanden, so wird es einfacher, wenn man Hauptsparren in den Gratgebinden anordnet und diese von der gedachten Hängesäule aus unterstützt. Diese Hauptsparren dürfen aber nur so lang sein, daß sie die obere Pfette noch stützen (vergl. Fig. 6 und 7, Tafel 52).

Stehen die Sparren des Daches nicht in unmittelbarer Verbindung mit den Dachbalken, ist also das Dach mit einem „Kniestock" konstruiert, wie das auf Tafel 53 dargestellte, so muß man unter den Gratsparren eine Art liegender Stuhlsäulen anordnen, die dem größeren Horizontalschube derselben entgegenwirkt, auch dann, wenn das Dach einen stehenden Stuhl hat. Dieselbe geht dann von einem gut gegen das Ausweichen gesicherten Gratstichbalken aus und ist mit dem Gratsparren versatzt. Ist der Gratsparren sehr lang und das Dach flach, so umfaßt man den Fuß des Gratsparrens auch wohl noch mit einer aus zwei horizontalen Hölzern gebildeten Zange, die die eben genannte schräge Stütze umfaßt und mit deren Hilfe ein festes Dreieck bildet.

Die Dach- und Stuhlpfetten, die in gleicher Höhe auch auf der Walmseite herumlaufen, werden gewöhnlich an den Ecken unter den Gratsparren nur stumpf auf Gehrung zusammengeschnitten und die Verbindung durch ein umgelegtes eisernes Band oder durch eine übergeschlagene Klammer verstärkt. Bei einem Pfettendache geschieht dieser Zusammenstoß auf den Hauptsparren der Gratgebinde, und es sind letztere auf die erwähnte Art durch eine schrägstehende Stütze zu unterstützen, die, wenn diesen Sparren kein gegen den Horizontalschub ganz gesicherter Stand gegeben werden kann, von dem Eck des Gebäudes ausgehen muß, sonst aber auch von der im Anfallsgebinde angeordneten mittleren Hängesäule ausgehen kann.

Bei Stuhldächern geschieht der Zusammenstoß der Stuhlpfetten immer über einer Stuhlsäule, die dann einen Winkelzapfen erhält. Bei liegenden Stühlen steht der Stuhlpfosten in dem gehörig gesicherten Gratstichbalken, oder, wenn bei einem Kniestock gar kein Stichgebälk vorhanden ist, auf einem über zwei bis drei Balken in der Richtung des Gratbalkens gestreckten Schwellstücke. Eben ein solches Schwellstück, nur senkrecht über die Balken gestreckt, dient den Pfosten stehender Stühle in dem Fall zur Basis, wenn der Eckpunkt zweier Pfetten über den Zwischenraum zweier Dachbalken trifft. Ein solches über zwei bis drei Balken reichendes Schwellstück ist jedenfalls einem zwischen die Balken eingesetzten Wechsel vorzuziehen.

Nach diesen Bemerkungen wird es nicht schwer halten, in allen den Fällen, in denen eine von unten unterstützte Dachbalkenlage vorhanden ist, ein Walmdach anzuordnen, auch wenn dies ein Pultdach wäre, und eine aufmerksame Betrachtung der auf Tafel 52 und 53 gegebenen Zeichnungen wird die dargestellten Konstruktionen deutlich machen.

Es ist nur noch darauf aufmerksam zu machen, daß die Schiftsparren einen bedeutenden Horizontalschub ausüben, und daß deshalb ein Walmdach, dessen Sparren nicht in die Dachbalken eingestellt werden können, entweder als Kehlbalkendach zu konstruieren ist, um durch die zangenartigen Kehlbalken den Horizontalschub aufzuheben, oder es müssen die Pfetten, insbesondere die Sattelschwelle, so mit dem Bundwerk oder den Dachbalken verbunden werden, daß sie den Schub aufzunehmen im stande sind.

Werden die Ganz- und Halbbinder derart angeordnet, daß von ihnen aus eine sichere Unterstützung der Ecken der Pfettenkränze zu erreichen ist, so können die Gratgebinde vollständig fehlen, und die Gratsparren werden wie die übrigen Sparren auf den sicher unterstützten Pfettenkränzen aufgesattelt und durch Leistnägel befestigt. Der in Fig. 563 ausführlich dargestellte Dachstuhl giebt ein Beispiel einer solchen Konstruktion, wie sie bei den neueren Dachstühlen meistens durchgeführt wird.

Soll über einer freien, nicht von unten unterstützten Balkenlage ein Walmdach konstruiert werden, so wird man es wohl immer mit einem Hängewerksdache zu thun haben. In einem solchen Fall wird es dann fast immer rätlich sein, das Hängewerk so anzuordnen, daß, wenigstens in dem Anfallsgebinde, eine mittlere Hängesäule vorhanden ist, weil auf der Mitte des Haupttramens dieses Gebindes die Abstützung des Walms am bequemsten geschieht und diese daher einer möglichst unmittelbaren Unterstützung bedarf. Aus diesem Grunde ist es auch geraten, die Hängewerksstreben in diesem Gebinde etwas stärker zu nehmen, als in den übrigen Bindern, weil sie den Walm mit zu tragen haben.

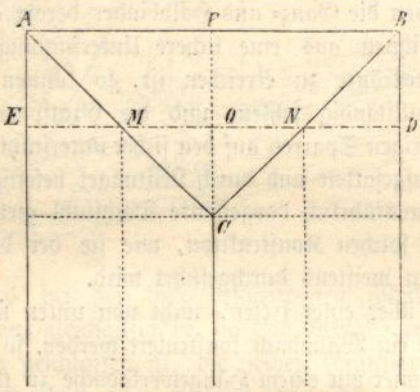
Da es in Verbindung mit einem Hängewerke, wie wir früher gesehen haben, immer am vorteilhaftesten ist, ein Pfettendach zu konstruieren, so wird man bei einem Walmdache ebenfalls ein solches Dach vorziehen; und es kommt dann nur darauf an, die Eckpunkte, in denen die Pfetten auf den Gratlinien zusammentreffen, gehörig zu unterstützen. Dies kann auf verschiedene Art geschehen.

Entweder ordnet man über den Horizontalprojektionen der Gratsparren Hängewerke an, d. i. über den Linien A C

und CB, Fig. 540, oder man legt in der Mitte der Breite des Walms, etwa über DE, ein Hängewerk parallel mit den übrigen durch, das dann natürlich im allgemeinen die Gestalt eines doppelten Hängebockes haben wird. Oder hat man keine mittlere Hängesäule im Anfallsgebinde, sondern überhaupt nur zwei Hängesäulen, so werden unter den von M und N, Fig. 540, ausgehenden und mit dem First parallelen Linien Unterzüge oder Träger vorhanden sein, und man kann dann diese benützen, um auf ihnen Hängewerke aufzustellen, die die Punkte M und N unterstützen.

Die erstgenannte Konstruktion verlangt, daß man für die diagonal gelegten Hängewerke Gratbalken von der Horizontalprojektion des Anfallspunktes bis in die Gebäudeecken anordnet, die für die diagonalen Hängewerke als Haupttramen auftreten. Diese finden auf der Mitte des Haupttramens vom Anfallsgebinde immer ein mangelhaftes Auflager, was nur durch Zuhilfenahme von bedeutenden Eisen-Konstruktionen einigermaßen gesichert werden kann. Die

Fig. 540.



Beschaffung eines sicheren Auflagers an dieser Stelle wird auch dadurch erschwert, daß in den meisten Fällen noch der Haupttramen eines dritten Hängewerkes, über der Linie FC, Fig. 540, hier ein Auflager erhalten muß, da ein solches Hängewerk zur Unterstützung der Pfetten auf der Walmseite fast immer nötig sein wird. Es ist daher die Anordnung mit diagonal gestellten Hängewerken möglichst zu umgehen und nur etwa dann anzuwenden, wenn die unregelmäßige Gestalt des Walms eine andere Disposition nicht zuläßt; in welchem Fall gewöhnlich nichts anderes übrig bleibt, als über der Horizontalprojektion jedes Gratsparrens ein Hängewerk zu errichten.

Die zweite Konstruktion führt gemeiniglich leichter zum Ziele. Der Haupttramen des Hängewerkes über ED, Fig. 540, findet sein Auflager, wie alle übrigen, auf den Umfangsmauern des Gebäudes, und ist die Entfernung zwischen den durch dieses Hängewerk unterstützten Punkten M und N noch zu groß, so giebt ein über FC angeordnetes Hängewerk die beste Gelegenheit, den Punkt O zu unterstützen. Alsdann kann man auch den doppelten Hängebock über ED bei durchgehenden Haupttramen in zwei einfache verwandeln, wodurch die Konstruktion an Unverschieblichkeit und daher Festigkeit gewinnt.

Ist in dem Dachgebinde auf jeder Dachlangseite nur eine Pfette vorhanden, so bedürfen die Gratgebinde keiner Hauptsparren, ebenso der über FC, Fig. 540, anzuordnende Binder nicht; denn es kommt ja dann nur auf die Unterstützung der einen Pfette an. Sind aber mehrere Pfetten vorhanden, so dürfen die Hauptsparren nicht fehlen, die dann durch die Hängewerke unterstützt werden und ihrerseits wieder den Pfetten ein Auflager gewähren.

Ist für die Hauptbalken des Daches überhaupt nur eine Unterstützung nötig, also überhaupt nur eine mittlere Hängesäule vorhanden, wie in Fig. 1, Tafel 54, so wird aus dem Hängewerke über ED, Fig. 540, ein Binder mit liegendem Dachstuhle, denn die Hängesäulen bei MN werden nun entbehrlich, und der Hauptbalken ED erhält seine Unterstützung durch die in O angeordnete Hängesäule des Hängewerkes über FC, Fig. 4, Tafel 54, während die Enden der Pfette auf der Dachlangseite, auf dem Spannriegel des Binders ED, ein Auflager finden, Fig. 2, Tafel 54.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die Konstruktion von Walmdächern in Verbindung mit Hängewerken dürfte man im stande sein, unter aufmerksamer Erwägung der jedesmaligen Umstände, ein solches Dach zu konstruieren, wenn auch die Aufgabe, besonders bei weitgespannten Dächern, immer zu den schwierigen gehört und alle Umsicht und Gewandtheit des Konstrukteurs erfordert. Alle möglicherweise vorkommenden Fälle können hier nicht besprochen werden, und wir müssen uns auf einige Beispiele beschränken, die das Gesagte näher erläutern.

Auf Tafel 54 ist ein solches Dach über einen 11 m tiefen Raum mit einer mittleren Hängesäule dargestellt. Die Haupttramen der Bindergespärre dienen als Unterzüge für die der Länge des Gebäudes nach liegenden Dachbalken, ein ringsum laufendes Stichgebälk trägt eine Sparrenschwelle, fängt den Schub der Schiftsparren auf und dient zur Bildung einer weit vorragenden Dachtraufe.

Wie das Anfallsgebinde, Fig. 3, und die Horizontalprojektion, Fig. 1, zeigen, sind die Hängestreben durch eine doppelte, kehlbalkenartige Zange gestützt, die mit diesen Streben, der mittleren Hängesäule und den Dachsparren verbolzt ist und eine mittlere Dachpfette trägt. In den Gratgebinden sind keine Hauptsparren vorhanden, und das Eck der Dachpfetten wird durch den ebenfalls doppelten, zangenartigen Spannriegel des in Fig. 2 dargestellten Binders über DE, Fig. 1, gestützt. Dieser Spannriegel wird durch zwei liegende Stuhlpfosten und durch die Hängesäule des in

der Mitte der Walmseite auf dem mittleren Balken aufliegenden einfachen Hängebockes getragen. Auf diesem Spannriegel findet auch die doppelte Pfette, die durch die ganze Länge des Daches reicht und mit den Hängesäulen der Binder verbolzt ist, ein Auflager, und auf den Enden dieser Doppelpfette und denen der Dachpfetten liegt die Dachpfette der Walmseite, die ihrerseits daher um eine Holzstärke höher liegt. Die Gratsparren stehen nur auf kurzen Gratstichbalken und ihr Fuß ist daher durch eine, über drei der Dachbalken hinweg reichende und hier verbolzte eiserne Schiene gegen den Horizontalschub gesichert. Diese Schiene ist in der Horizontalprojektion, Fig. 1, angedeutet. Die Hängesäule ist an ihrem Kopfe mit den früher erwähnten Laschen versehen, um die zugleich als Hauptsparren auftretenden Hängestreben unmittelbar gegen einander stemmen zu können, wie dies die Detailfigur auf Tafel 54 nachweist.

Auf Tafel 55 ist ein Walmdach ähnlicher Konstruktion über einen ca. 18 m tiefen, freien Raum dargestellt. Die Binder enthalten zwei doppelte Hängesäulen, und die Dachsparren sind zweimal zwischen ihren Enden durch Zwischenpfetten unterstützt. Eine Dachbalkenlage ist nicht vorhanden, und auf den Tramen der Hängewerke liegen zwei, die ganze Länge des Gebäudes durchziehende Träger, die aber nur des Längenverbandes wegen, und um die für den Walm nötigen Hängewerke aufstellen zu können, angeordnet sind.

Da mehr als eine Dachpfette vorhanden ist, so mußten auch sowohl in den Gratgebinden als in den Bindern des Walmes Hauptsparren angeordnet werden, von denen die letzteren sich an die der Gratsparren anschiften.

Der mittlere Binder auf der Walmseite wird durch ein Hängewerk gestützt, dessen Ebene mit der des Anfallsgebindes parallel ist, wie der Durchschnitt Fig. 4 dieses zeigt, während die übrigen Binder des Walms Hängewerk haben, deren Vertikalebenen parallel mit dem Firste des Daches sind. Die Hängesäule des erstgedachten Hängewerkes dient nur zur Unterstützung des Hauptsparrens des mittleren Walmbinders und ist daher mit ihrem Haupttramen auch nur durch einen Zapfen verbunden, der sie in ihrer vertikalen Stellung erhalten soll.

Die mittlere, nur bis zu dem zangenartigen Spannriegel reichende Hängesäule sämtlicher Binder ist hauptsächlich wegen des Längenverbandes des Daches angeordnet, wie dies der Längendurchschnitt Fig. 3 zeigt. Auf den Spannriegeln liegt, mit den eben erwähnten Hängesäulen verbolzt, eine Doppelpfette, und zwischen dieser und der Firstpfette ist eine Reihe Andreaskreuze angeordnet.

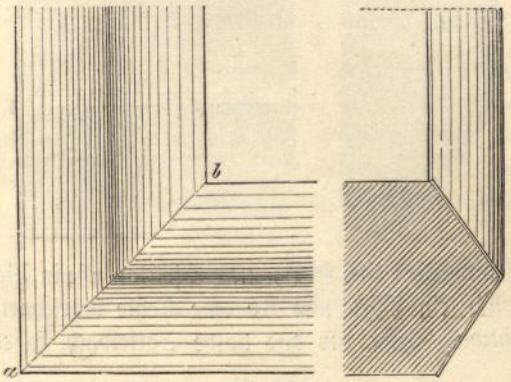
Alles übrige dieser Konstruktion dürfte aus den Figuren auf Tafel 55 deutlich zu entnehmen sein, denn auch das Detail der Hauptverbindungen ist in den Fig. 5, 6 und 7 nach größerem Maßstabe ausführlich dargestellt.

§ 12.

Die zusammengesetzten Dächer.

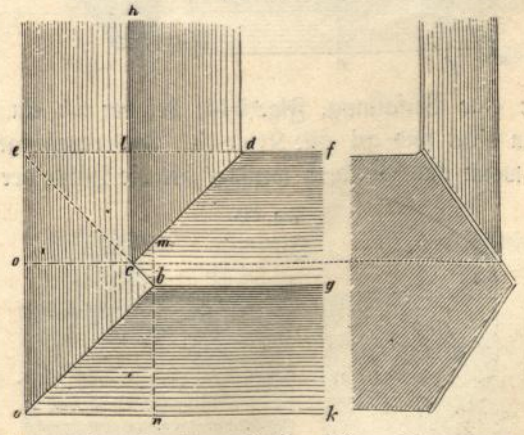
Unter diesen verstehen wir solche, die im Grundrisse außer den ausspringenden auch einspringende Winkel zeigen und bei denen daher Dachkehlen vorkommen, Fig. 541. Die hierbei möglichen Formen sind so mannigfaltig, daß wir nur einige der am häufigsten vorkommenden näher besprechen können.

Fig. 541.



Die einfachste Form ist die sogenannte Wiederkehr, Fig. 541, bei der zwei Gebäudeflügel unter einem Winkel zusammenstoßen. Hier sind aber schon verschiedene Fälle möglich, selbst unter der Beschränkung, daß beide Gebäudeflügel geradlinige Fronten haben; denn die Gebäudeflügel können bei gleicher Tiefe einen rechten, einen stumpfen oder einen spitzen Winkel einschließen. Dasselbe kann aber auch stattfinden unter der Voraussetzung, daß die Tiefe beider Flügel ungleich ist.

Fig. 542.



Sind beide Dächer mit demselben Material gedeckt, und haben sie gleiche Neigungswinkel, so werden, Satteldächer vorausgesetzt, die Firstlinien bei gleich tiefen Gebäudeflügeln in gleicher Höhe liegen, Fig. 541, bei verschiedener Tiefe aber in verschiedenen Höhen, so daß eine Horizontalprojektion wie in Fig. 542 entsteht. Eine solche Verbindung von Dachflächen nennt man eine Verfallung.

Ist eines der Dächer ein Pultdach, so hat das zweite an der Wiederkehr keinen Walm, sondern einen Giebel, und hat das Pultdach gerade die halbe Tiefe des Satteldaches so entsteht eine Horizontalprojektion wie in Fig. 543, in der a b ein Bord und b c eine Kehle bezeichnet. Ist das Pultdach tiefer, als das halbe Satteldach, so entsteht

Fig. 543.

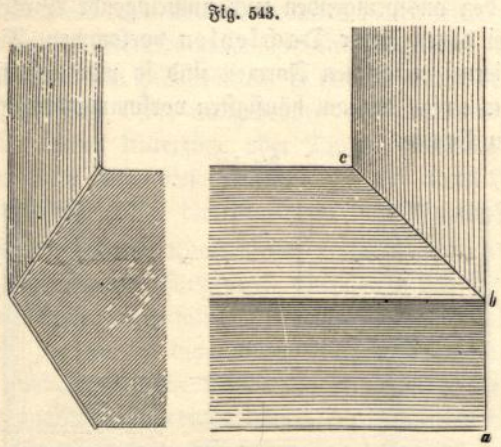
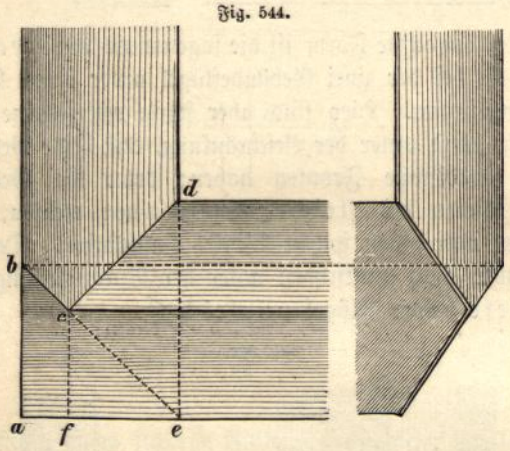
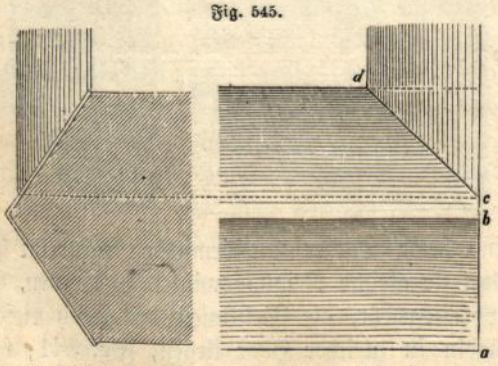


Fig. 544.



wieder eine Verfallung, Fig. 544, bei der a b ein Bord, b c ein Grat und c d eine Kehle ist. Im entgegengesetzten Fall, wenn das Pultdach weniger als die Hälfte der Tiefe

Fig. 545.

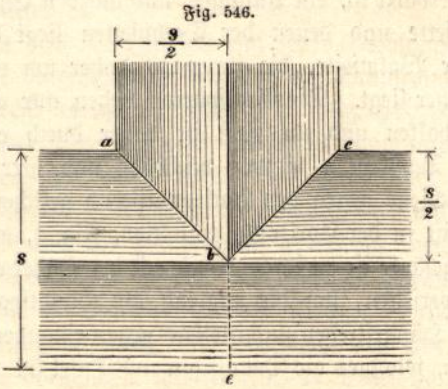


des Satteldaches zur Tiefe hat, bildet sich eine Verbindung nach Fig. 545, bei der a b und b c Borde sind, c d aber eine Kehle bezeichnet.

Ähnliche Figuren entstehen, wenn die Wiederkehr schiefwinkelig ist.

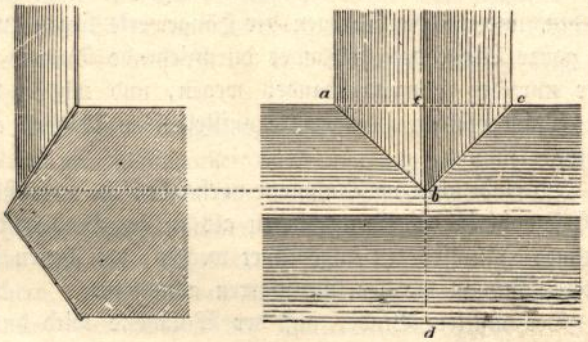
Die Vereinigung zweier Dächer braucht aber nicht gerade am Eck stattzufinden, sondern kann so geschehen,

Fig. 546.



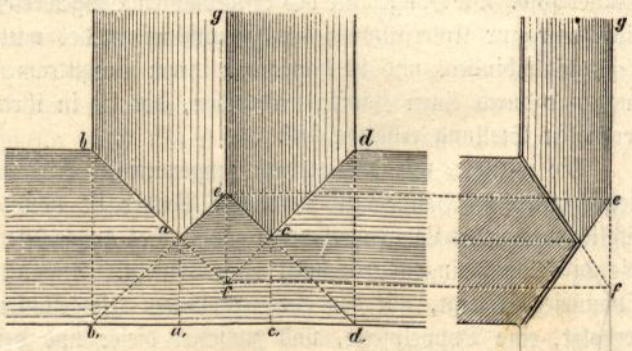
daß sich eines der Dächer noch über den Vereinigungspunkt hinaus erstreckt, wobei dann wieder die Fälle vorkommen können, daß beide Dächer (die immer beide Satteldächer

Fig. 547.



sein werden) entweder gleiche oder verschiedene Höhen haben, in welch' letzterem Fall wieder Verfallungen entstehen, wie dies die Fig. 546 bis 549 zeigen. Diese

Fig. 548.

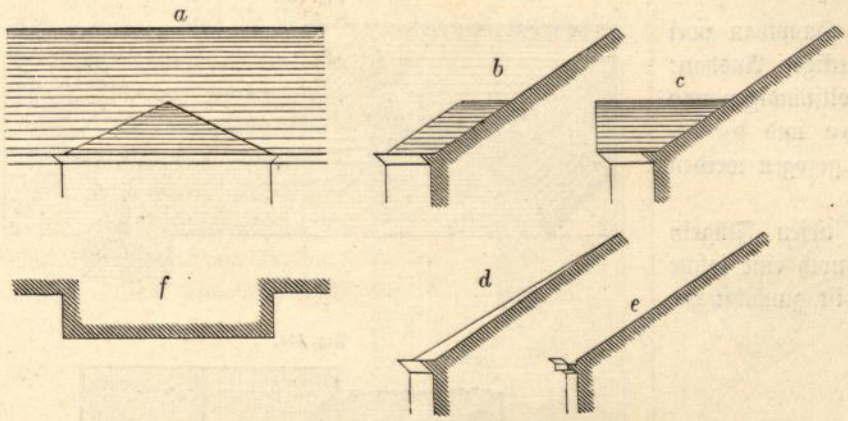


wenigen Formen zusammengesetzter Dächer wollen wir etwas näher betrachten, um daraus Anhaltspunkte für andere Fälle zu gewinnen.

In Fig. 546 haben die zusammenstoßenden Gebäudeflügel gleiche Tiefe, die Firstlinien liegen somit in derselben

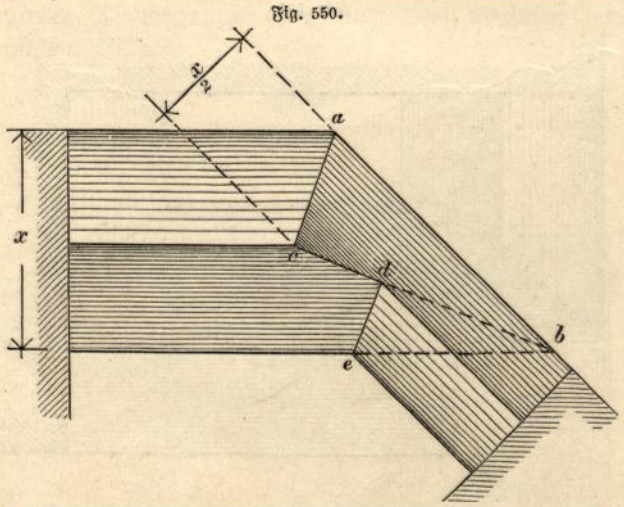
Höhe und die beiden Kehlen a b und c d sind Linien unter 45°. Sämtliche Dachflächen erhalten in der Horizontalprojektion die Breite $\frac{s}{2}$, wenn die Gesamttiefe mit s bezeichnet wird.

Fig. 549.



In Fig. 547 schließt sich an das Hauptdach ein weniger tiefes Satteldach an, so daß sich ungleich hoch liegende Firste ergeben; die Kehlen bilden Linien unter 45°. In Fig. 548 ist das durchlaufende Satteldach niederer als das einschneidende; zur Bildung der Dachverfallung verlängere man die Fluchten des breiteren Daches bis b_1 und d_1 und verzeichne die Walmfläche $b_1 c d_1$, so ergiebt sich durch den Schnitt der Firstlinien mit den Gratlinien und nach Ziehen der Kehlen a b und c d die Verfallung.

Fig. 550.



Vielfach finden sich an den Gebäuden vorspringende Risalite, wie in Fig. 549 a bis f. Ist der Vorsprung, wie bei f, größer als etwa 50 cm, so wird ein Walm nach b, oder ein Giebel nach c angelegt; ist der Vorsprung aber nur gering, so kann man entweder nach Fig. e den Dachkanal auf die Länge des Risalites um die Größe des Vorsprunges verbreitern, oder man läßt den Walm mit etwas geringerer Neigung in der Hauptdachfläche auslaufen, Fig. e.

Ist das Gebäude stumpfwinkelig gebrochen und sind die Flügel verschieden tief, so werden bei gleicher Dachneigung die Firstlinien in verschiedener Höhe liegen. Man vervollständige nach Fig. 550 das Hauptdach, bestimme den Anfallspunkt, indem man die halbe Gebäudetiefe $= \frac{x}{2}$ normal an der Walmseite anträgt, woraus sich dann die Gratlinien a c und b c ergeben; die Gratlinie b c wird in d von der Firstlinie des schmäleren Flügels getroffen, wonach sich die Kehle d e ergiebt.

Befinden sich an einem Hauptbau schmälere Anbauten, deren Fluchten mit den Hauptfluchten des Gebäudes einen

Fig. 551.

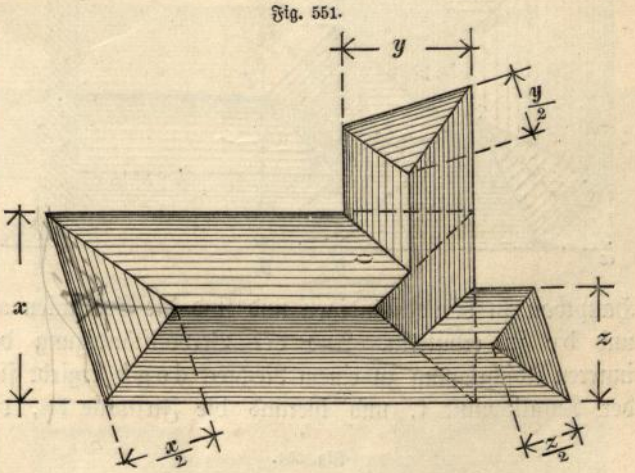
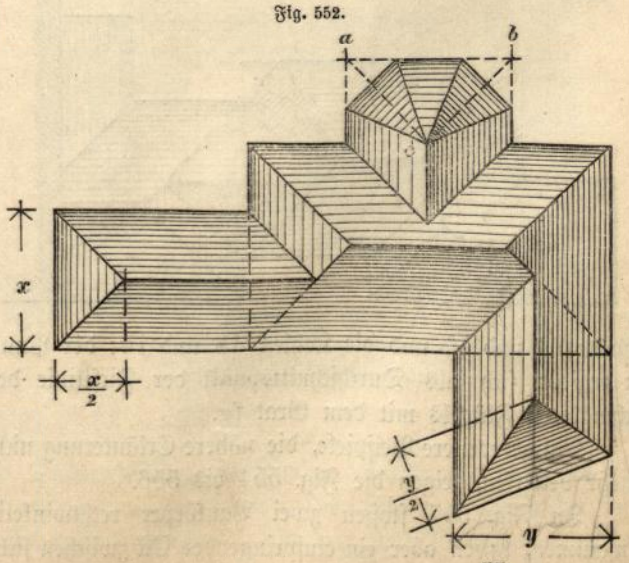


Fig. 552.

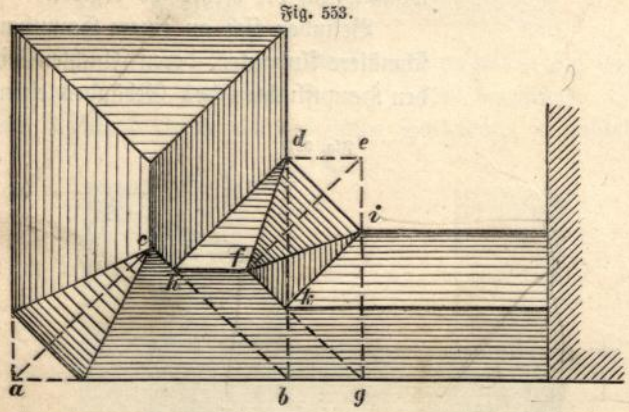


Winkel bilden, Fig. 551, so wird man in ähnlicher Weise verfahren, indem man das Hauptdach vervollständigt, und die anstoßenden kleineren Satteldächer bestimmt, wie dies die Figur näher erläutert; die Länge der Gräte wird durch die einschneidenden Firstlinien der kleineren Satteldächer bestimmt.

In Fig. 552 schließen sich an einen Hauptbau zwei schmälere Anbauten und ein halber achteckiger Ausbau; den letzteren wird man zum Rechteck vervollständigen und den Anfallspunkt durch die Gratlinien a c und b c bestimmen, wonach die Gräte des Achteckes gezogen werden können.

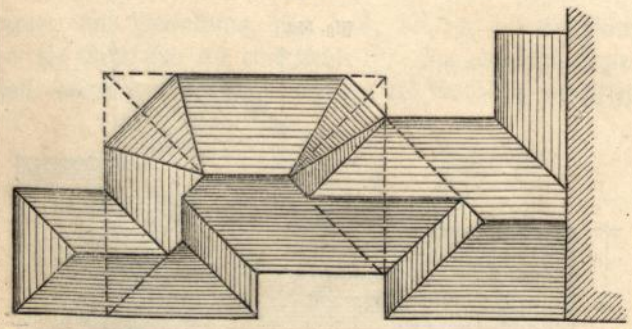
Erhält ein Eckbau mit verschieden tiefen Flügeln außer der Abschrägung am äußeren Eck noch eine solche im einspringenden Winkel, Fig. 553, so ist zunächst der

Fig. 553.



Hauptbau zu vervollständigen und sind die Gratlinien a c und b c zu ermitteln. Aus der Vervollständigung der inneren Abschrägung zu einem Rechteck d e g b ergiebt sich der Anfallspunkt f, und hieraus die Firstlinie f h, die

Fig. 554.



Gräte d f und i f, und die Kehlen d h und i k; der Punkt k ergiebt sich als Durchschnittspunkt der Firstlinie des schmäleren Flügels mit dem Grat f g.

Einige weitere Beispiele, die nähere Erläuterung nicht mehr bedürfen, zeigen die Fig. 554 bis 556.

In Fig. 557 stoßen zwei Baukörper rechtwinkelig zusammen, lassen aber ein einspringendes Eck zwischen sich; auch hier müssen zunächst die Baukörper zu Rechtecken nach a b und d e ergänzt und die Anfallspunkte f und c bestimmt werden, wonach sich dann die Grat-, Kehl- und Firstlinien verzeichnen lassen.

Fig. 555.

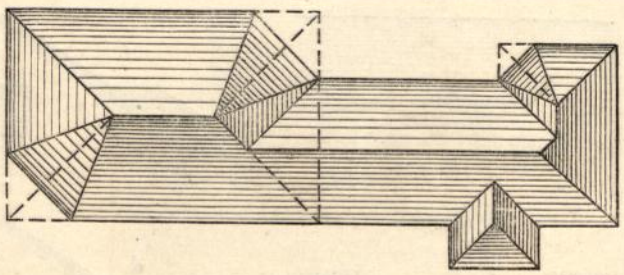


Fig. 556.

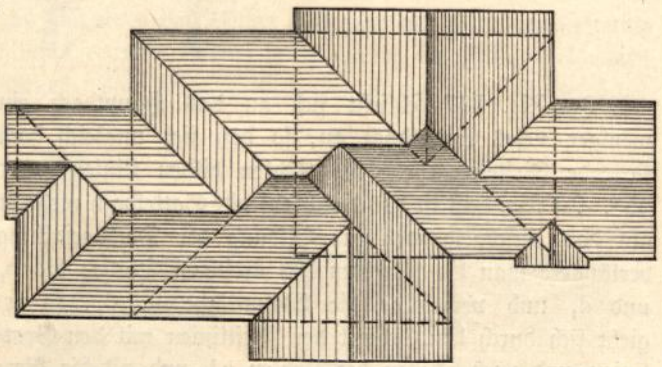


Fig. 557.

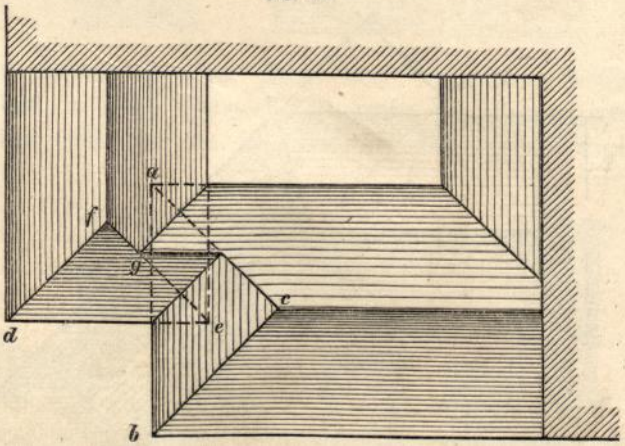


Fig. 558 zeigt einen etwas zusammengesetzteren Grundriß, wobei die Baukörper wieder in derselben Weise zu vervollständigen sind.

In Fig. 559 bezeichnen die Buchstaben a b c d und e f g h die einzelnen je für sich abgewalmten Dächer, welche sich durchdringen; die Verfalllinien können hiernach ermittelt werden.

Schließt sich an einen breiten Baukörper ein schmälerer von der Tiefe x unter einem beliebigen Winkel an, Fig. 560, so ermittelt man die Anfallslinien derart, daß man die Hauptfluchten a b und c d verlängert, und die halbe Gebäudetiefe $= \frac{x}{2}$ normal anträgt, woraus sich die Anfallspunkte e und f, und die Kehlen d f, f g und g a ergeben.

Bei steileren Dächern, wie solche vielfach bei privaten und öffentlichen Gebäuden angeordnet werden, ergeben sich, namentlich bei größerer Gebäudetiefe, außerordentlich große Dachhöhen, die sich durch Einfügung von Plateaus vermeiden lassen; diese geben zugleich die Möglichkeit, die Höhe des Daches ganz nach formalen Rücksichten zu bemessen. Fig. 561 giebt eine derartige Dachverfallung von einer vom Verfasser ausgeführten Villa.

Fig. 558.

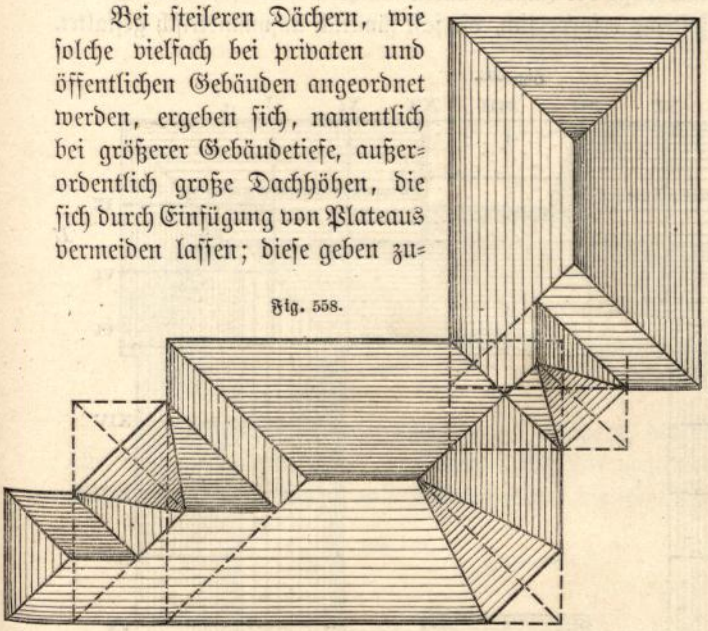
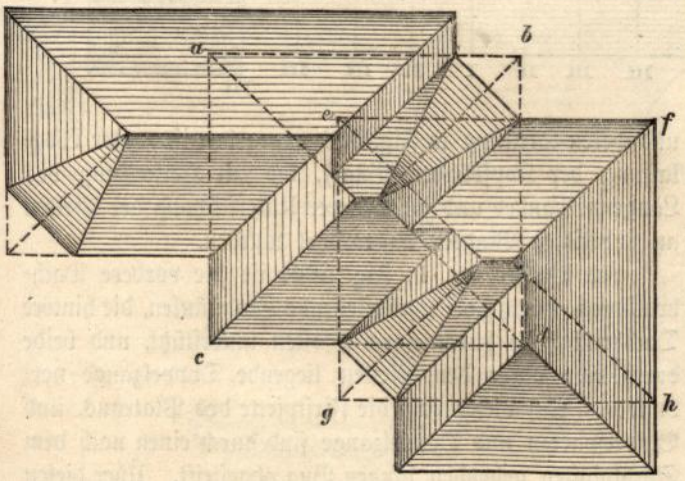


Fig. 559.



Bei Gebäuden, welche Hofräume in sich schließen, wie z. B. in Fig. 562, wird die Dachverfallung nach denselben Regeln zu ermitteln sein.

Taf. 56 giebt ein weiteres Beispiel; der Grundriß des Gebäudes zeigt einen quadratischen umbauten Hof, und die sämtlichen Dachflächen sind mit gleicher Dachneigung unter 45° gegen den Horizont angenommen. Um

Fig. 560.

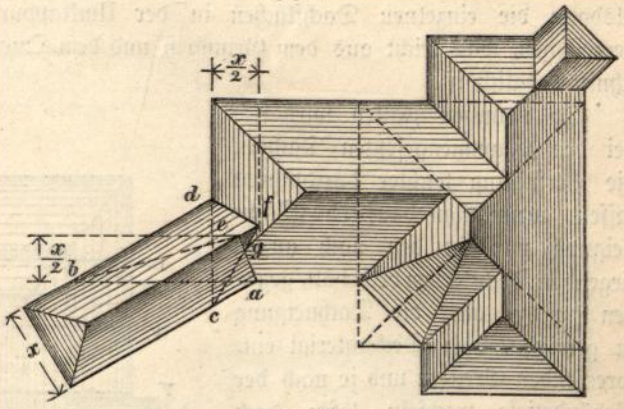


Fig. 561.

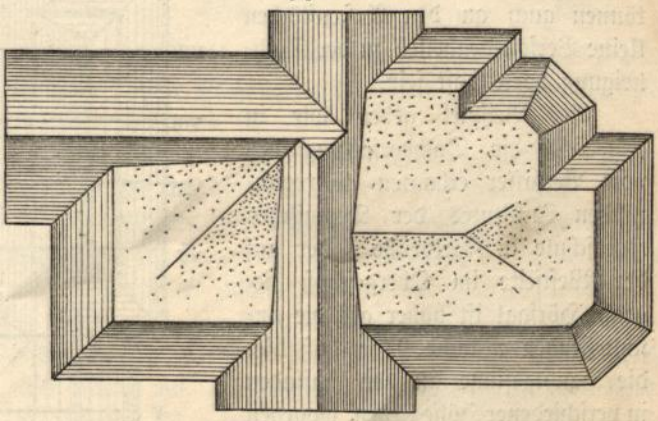
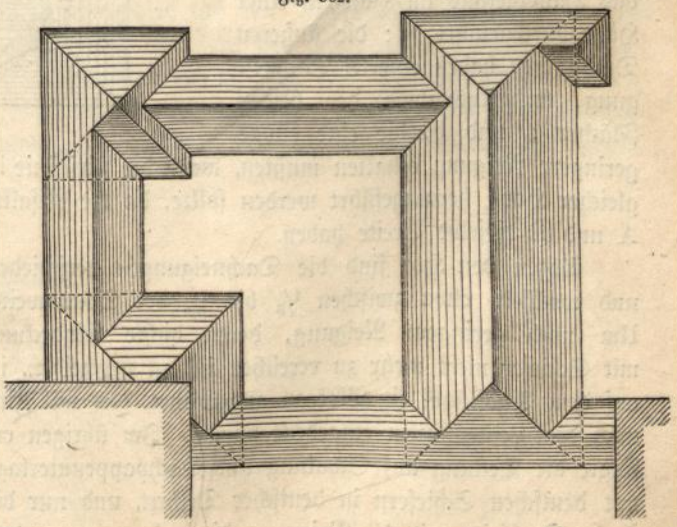


Fig. 562.



die Dachverfallung zu erhalten, verlängere man m c bis k′ und h, und verzeichne in der bekannten Weise die Anfallspunkte des über h i k k′ liegenden Walmdaches, dessen

Querschnitt in Fig. 2 dargestellt ist. Man ziehe weiter durch m die Linie st parallel zu kl und behandle wieder klts als Walmdach, dessen Firstlinie bei u in den Grat k'p des ersten Walmdaches einschneidet. Ebenso bildet man die Walmdächer über lfxy u. s. w., und man kann alsdann die einzelnen Dachflächen in der Umklappung verzeichnen, was leicht aus dem Grundriß und dem Querschnitt möglich ist.

In manchen Fällen wird sich bei den zusammengesetzten Dächern die Verfallung leichter durchführen lassen, wenn man dieselbe Dachneigung nur an den nach außen liegenden Dachflächen beibehält, gegen den Hof zu aber die Dachneigung in gewissen, dem Deckmaterial entsprechenden Grenzen und je nach der Gebäudetiefe wechseln läßt; doch können auch an den Außenflächen kleine Verschiedenheiten in der Dachneigung vorteilhaft sein.

Als Beispiel geben wir in Fig. 563 die Dachverfallung des vom Verfasser erbauten elektrotechnischen Institutes der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Der auf der Westseite im Obergeschoß liegende Hörsaal ist höher als die anschließenden Räume,[1]) so daß hier die Hauptgesimse an den Fassaden in verschiedener Höhe liegen, wogegen das Hauptgesims im Hofe in einer Höhe durchgeführt ist; die äußeren Dachflächen haben einerlei Dachneigung, mit Ausnahme der beiden Flächen a und b, die eine etwas geringere Neigung erhalten mußten, wenn die Firstlinie in gleicher Höhe herumgeführt werden sollte, da die Risalite A und B dieselbe Breite haben.

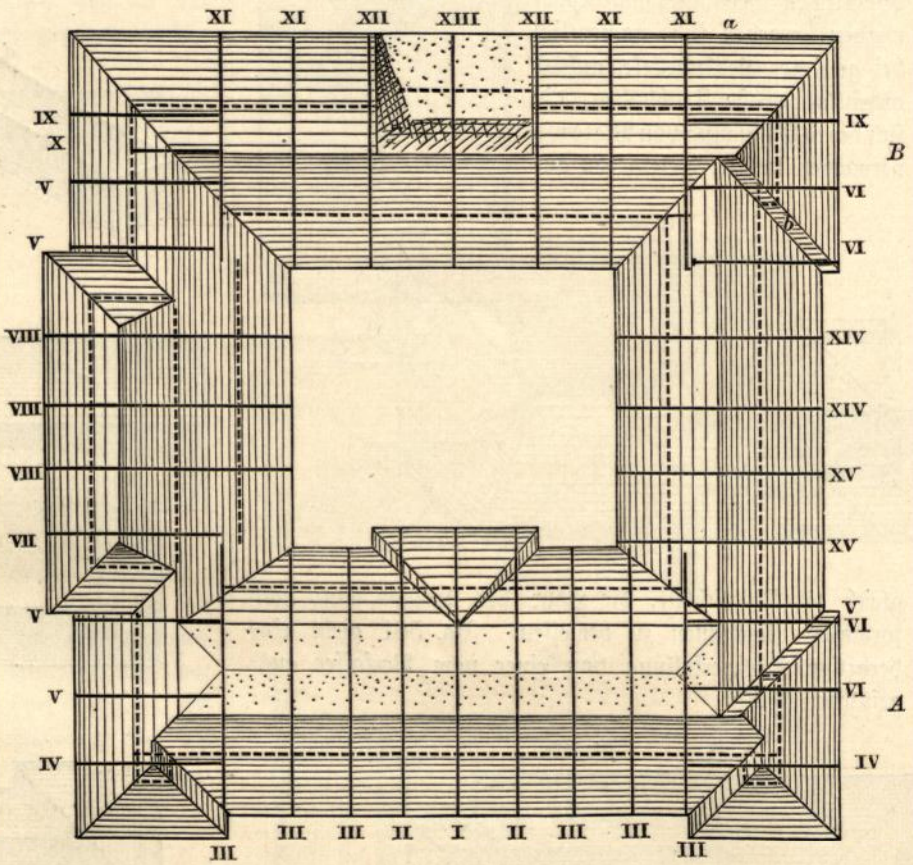
Gegen den Hof sind die Dachneigungen verschieden und wechseln etwa zwischen $^1/_3$ bis $^1/_6$ der Spannweite. Um noch geringere Neigung, deren dichte Eindeckung mit Schiefer nicht mehr zu erreichen ist, zu vermeiden, ist auf dem Südflügel ein Plateau angeordnet, das mit Zink nach dem Leistensystem eingedeckt wurde. Im übrigen erfolgte die Deckung auf Schalung und Dachpappeunterlage mit deutschen Schiefern in deutscher Deckart, und nur die flache Dachseite mit $^1/_6$ Neigung, die zudem gegen den herrschenden Wind geschützt liegt, wurde in deutscher Art doppelt gedeckt.

1) Siehe Deutsche Bauzeitung 1898.

Auf dem Nordflügel wurde ein photographisches Atelier eingebaut, zu welchem Zweck ein Teil des Dachraumes ausgeschnitten ist, um in der durch die Firstpfette gehenden lotrechten Ebene das gegen Norden gerichtete Atelierfenster anordnen zu können.

Die Verschiedenheit der Gebäudetiefe, der Stellung und Lage der Innenmauern machten 15 verschiedene Bindersysteme erforderlich, die fast sämtlich unsymmetrisch gestaltet,

Fig. 563.



und deren Stellung in Fig. 563 angegeben ist, unter Weglassung der Kopfbänder (Büge), die zur Herstellung des Längenverbandes und zur weiteren Unterstützung der Pfetten an sämtlichen Bindern angeordnet wurden.

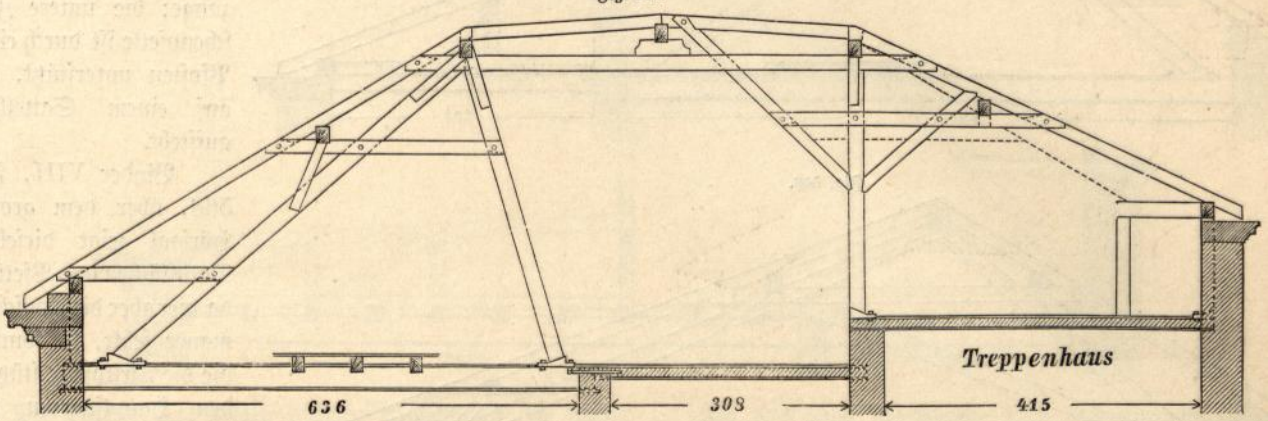
Im Binder Nr. 1, Fig. 564, ist die vordere Dachbruchpfette durch zwei schrägstehende Stuhlsäulen, die hintere Dachbruchpfette durch einen Pfosten unterstützt, und beide durch eine unter den Pfetten liegende Doppelzange verbunden. Auf dieser ruht die Firstpfette des Plateaus, und Bindersparren und Doppelzange sind durch einen nach dem Stuhlpfosten gehenden langen Bug abgesteift. Über diesen Bug, den Stuhlpfosten und den Bindersparren der hinteren Dachfläche läuft eine zweite Doppelzange, die zur Aufnahme der hinteren Zwischenpfette dient, die wiederum durch einen nach dem Pfosten gehenden Bug unterstützt ist.

Auch die vordere Zwischenpfette findet in derselben Art ihr Auflager auf einer Doppelzange.

Die vordere Kniestockpfette ist durch eine Zange mit der Stuhlsäule verbunden, die hintere dagegen durch starke eiserne Winkel in ihrer Lage gesichert.

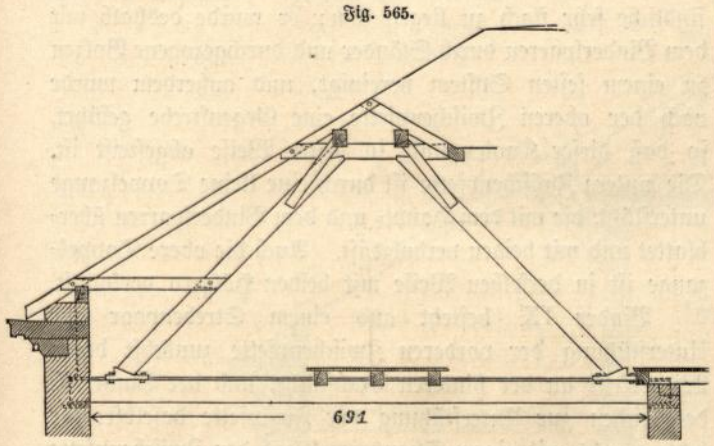
Pfosten und Streben in eiserne Schuhe eingesetzt nach Fig. 116; in den Zeichnungen sind diese Schuhe zum Teil nicht angegeben, so z. B. bei den Kniestockpfosten, wo sie natürlich nicht fehlen können.

Fig. 564.



Die sämtlichen Binder ruhen auf I Trägern, die als Unterzüge die Deckenbalken nach der in Fig. 257 gegebenen Konstruktion aufnehmen, und es sind deshalb die sämtlichen

Fig. 565.



Der Binder II unterscheidet sich vom Binder I nur durch die steilere Neigung der Hofdachfläche, die in Fig. 564 punktiert angegeben ist.

Der Binder III ist wie der Binder II, nur die Deckenbalken liegen auf die ganze Tiefe in einerlei Höhe.

Der Binder IV, Fig. 565, besteht aus einem einfachen Bock zur Unterstützung der im vorderen kleinen Walm nahe dessen First zusammenlaufenden Zwischenpfetten.

Binder V, Fig. 566, dient zur Unterstützung der Firstpfette und der vorderen Zwischenpfette, was wieder durch einen Bock mit übergelegter Doppelzange erreicht wird.

Binder VI zeigt dieselbe Anordnung wie Binder V, nur ruhen hier auf der Doppelzange die Zwischenpfette des Walms und jene des anschließenden Langdaches auf.

Im Binder VII, Fig. 567, sind die Firstpfette, eine Zwischenpfette der vorderen Dachfläche und zwei Zwischenpfetten der hinteren Dachfläche zu unterstützen. Eine Mittel-

Fig. 566.

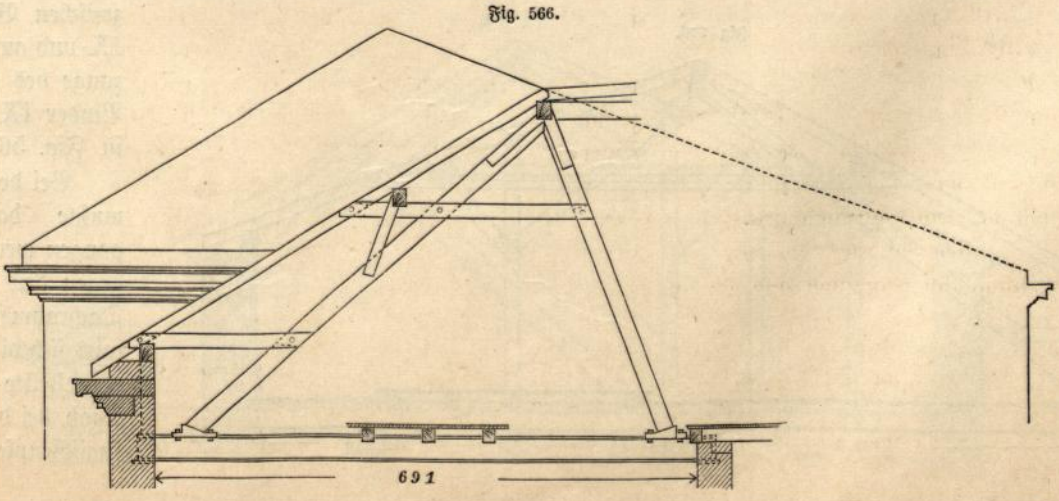


Fig. 567.

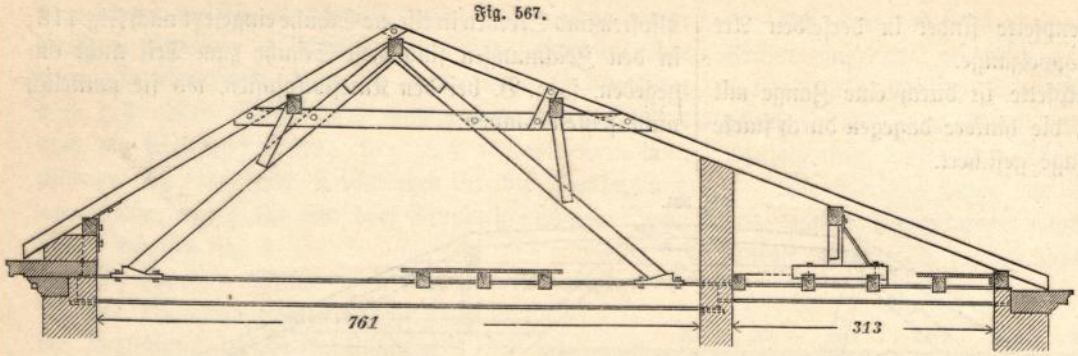


Fig. 568.

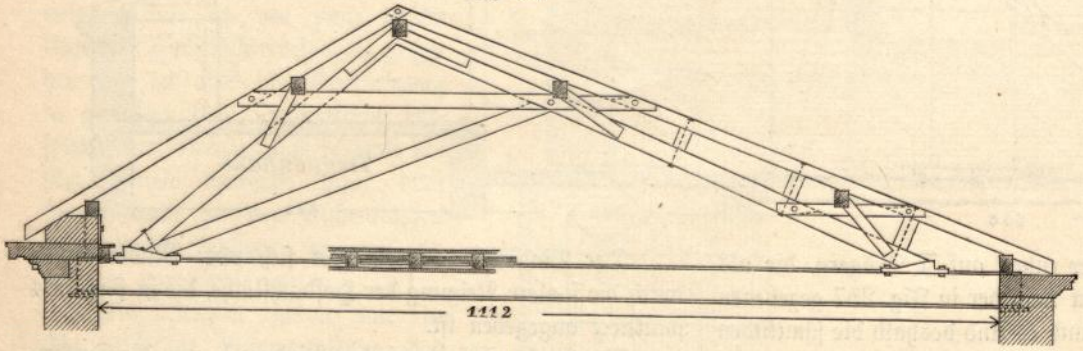


Fig. 569.

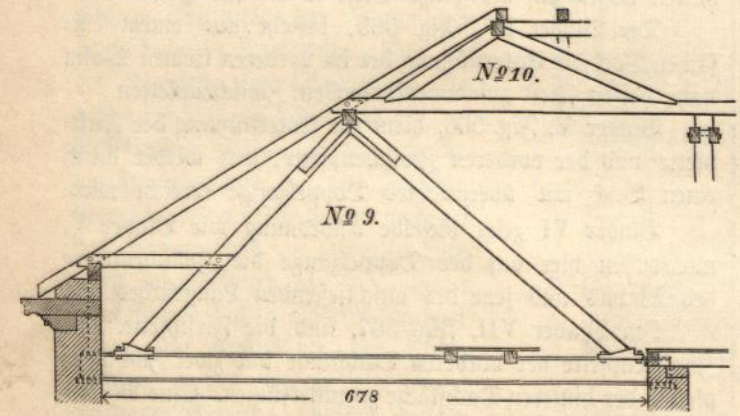
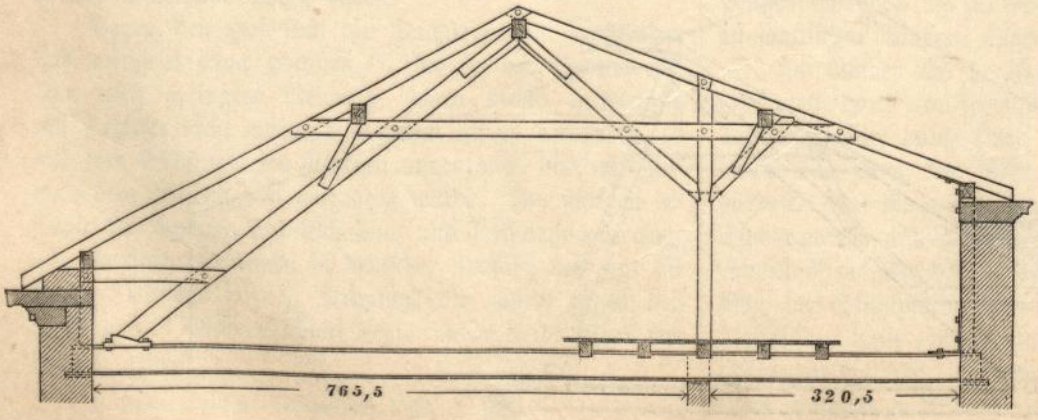


Fig. 570.



mauer ermöglicht die Anordnung eines Bockes zur Unterstützung der Firstpfette und der oberen Zwischenpfetten durch eine übergelegte Doppelzange; die untere Zwischenpfette ist durch einen Pfosten unterstützt, der auf einem Sattelholz aufsteht.

Binder VIII, Fig. 568, über dem großen Hörsaal zeigt dieselben Dachflächen und Pfetten; da hier aber die Zwischenmauer fehlt, so konnten die die Firstpfette stützenden Hauptsparren nur zunächst der Umfassungsmauern aufgesetzt werden, so daß der unter der hinteren Dachseite befindliche sehr flach zu liegen kam; er wurde deshalb mit dem Bindersparren durch Ständer und durchgezogene Bolzen zu einem festen System vereinigt, und außerdem wurde nach der oberen Zwischenpfette eine Gegenstrebe geführt, so daß dieser Knotenpunkt in bester Weise abgesteift ist. Die untere Zwischenpfette ist durch eine kleine Doppelzange unterstützt, die mit dem Haupt- und dem Bindersparren überblattet und mit beiden verbolzt ist. Auch die obere Doppelzange ist in derselben Weise mit beiden Hölzern verknüpft.

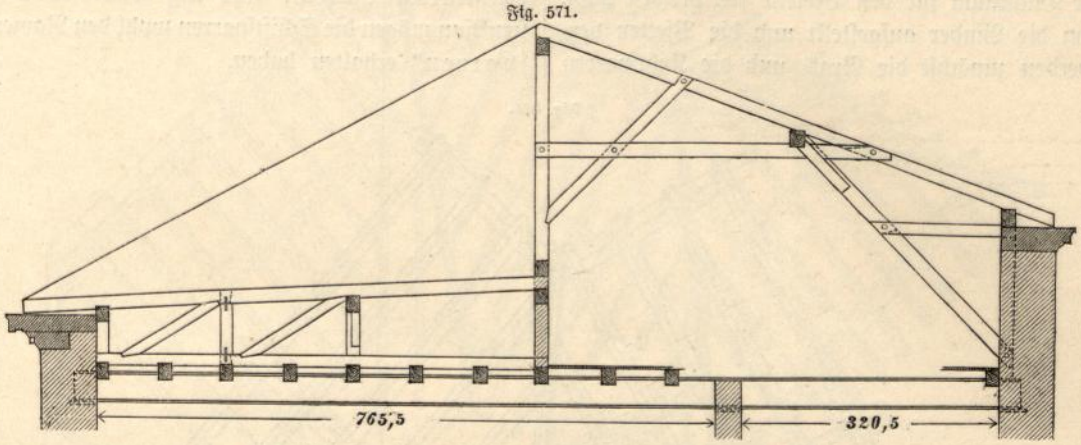
Binder IX besteht aus einem Strebenpaar zur Unterstützung der vorderen Zwischenpfette zunächst deren Wiederkehr an der hinteren Dachfläche, und der Binder X desgleichen zur Unterstützung der Firstpfette daselbst; der letztere ruht mit einem Spannriegel auf der Zwischenpfette zwischen Binder V und IX und auf der Doppelzange des Binders XI; Binder IX und X sind in Fig. 569 dargestellt.

Bei dem Binder XI mußte davon ausgegangen werden, daß der gegen den Hof gelegene Dachraum frei bleibt, woraus sich die in Fig. 570 dargestellte Anordnung ergab, bei der die hintere Zwischenpfette durch die

feste Verknüpfung der Hölzer wirksam unterstützt und der durch die vordere liegende Stuhlsäule hervorgerufene Horizontalschub sicher aufgehoben ist. Die hintere Kniestockpfette ist durch eiserne Winkel in ihrer Lage gesichert.

Fig. 571 giebt den Schnitt durch das Atelier und die davor liegende, mit Holzcement gedeckte Terrasse, und zeigt die Anordnung des Binders XIII.

Fig. 571.



Die Binder XII zeigen dieselbe Anordnung; sie sind nur vollständig ausgeriegelt, da sie die Abschlüsse gegen den Dachausschnitt und das photographische Atelier bilden. So weit sie die äußere Wand bilden, sind sie verschalt und mit Schiefer auf Dachpappe gedeckt.

Fig. 572 zeigt den Binder XIV, der eine abweichende Konstruktion erhalten mußte, da hier die nach dem Dachgeschoß führende Nebentreppe liegt und der Dachraum für den Verkehr frei bleiben mußte. Durch Pfosten, Doppelzange und Büge sind die Zwischenpfetten, und durch ein

Fig. 572.

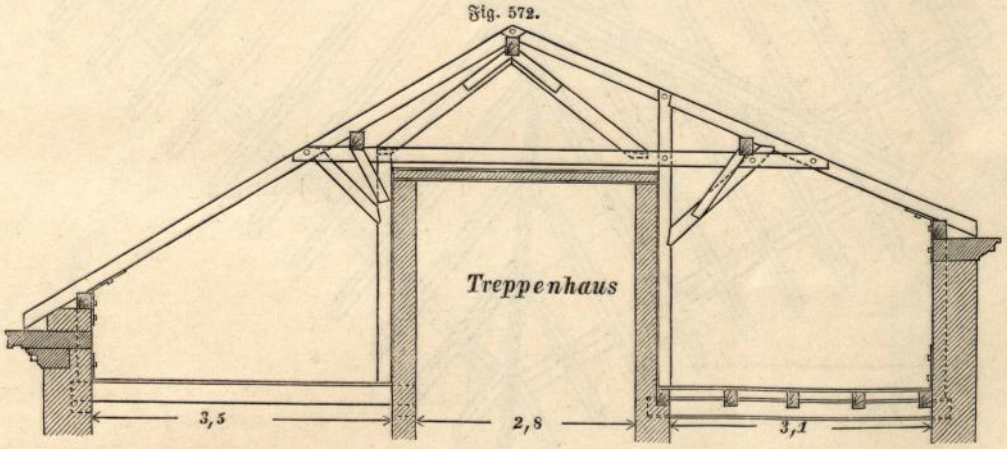
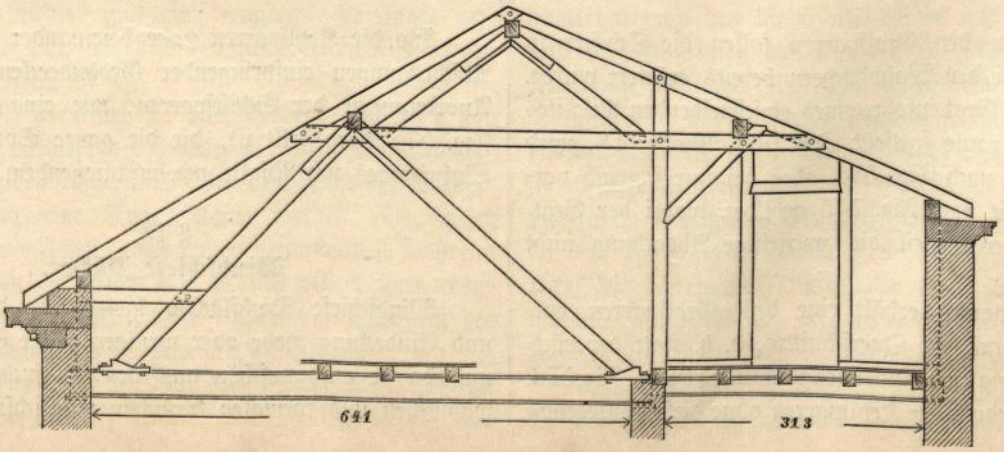


Fig 573.

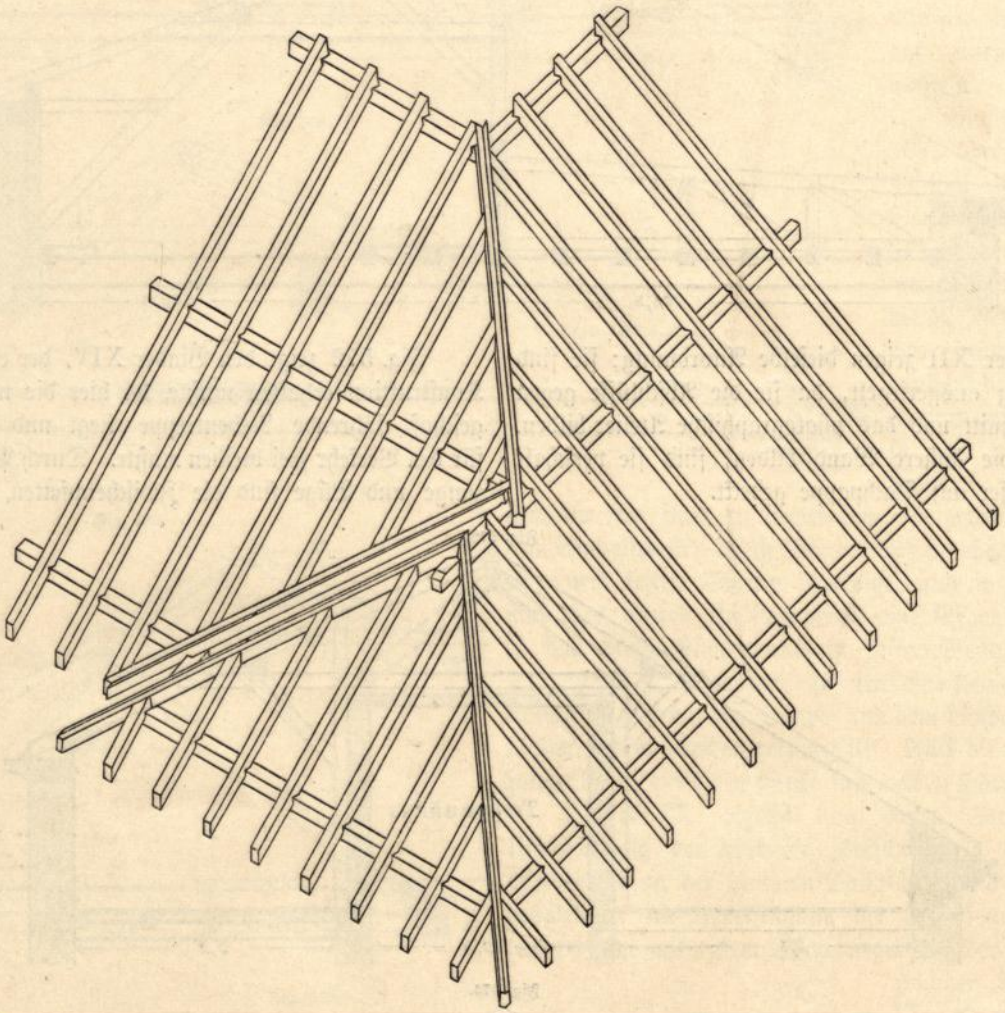


Strebenpaar die Firstpfette abgestützt, während die Sattelschwellen wieder durch eiserne Winkel gesichert sind.

Bei der Anordnung des Binders XV, Fig. 573, war ebenfalls die Forderung maßgebend, daß der gegen den Hof gelegene Dachraum für den Verkehr frei bleiben muß.

Nachdem die Binder aufgestellt und die Pfetten verlegt sind, werden zunächst die Grat- und die Kehlsparren kantig hergestellt, Fig. 578. In beiden Fällen schließen sich die Schifter an den Kehlsparren in derselben Weise wie an den Gratsparren an. Seltener findet das Aufklauen der Schifter nach Fig. 577 statt, wodurch die Kehle, insbesondere bei steileren Dächern, sehr eng wird. Von dieser Konstruktion mögen die Schiftsparren wohl den Namen „Reitersparren“ erhalten haben.

Fig. 574.



aufgebracht. An den Gratsparren fallen die Schifter so an, wie dies bei den Walmdächern bereits erörtert wurde. Da, wo sich ein Grat infolge eines einschneidenden Risalites nicht bis zur Traufe fortsetzt, Fig. 563, Binder IV, wird der Gratsparren nach Fig. 574, oder bei nur schwach vortretendem Risalit nach Fig. 575 gebildet, wobei der Gratsparren im unteren Teil die zweiseitige Abdachung nicht erhalten darf.

Der Kehlsparren erhält eine dem Gratsparren entgegengesetzte Form des Querschnittes, d. h. statt der rückförmigen Abfasung eine rinnenartige Einkehlung, Fig. 576. Meistens wird jedoch der Kehlsparren ohne diese Einkehlung

Wo die Kehlsparren nahe beieinander liegen, wie bei Abschrägungen einspringender Gebäudeecken, ergeben sich Anordnungen der Schiftsparren, wie eine solche z. B. in Fig. 575 dargestellt ist, die die ganze Sparrenlage eines Walmdaches mit Risalit und anschließendem Pultdach zeigt.

§ 13.
Windschiefe Dächer.

Windschiefe Dachflächen bieten für die Herstellung und Eindeckung mehr oder weniger große Schwierigkeiten, und da sie auch unschön aussehen, so sucht man sie aus technischen und formalen Gründen möglichst zu vermeiden.

Fig. 575.

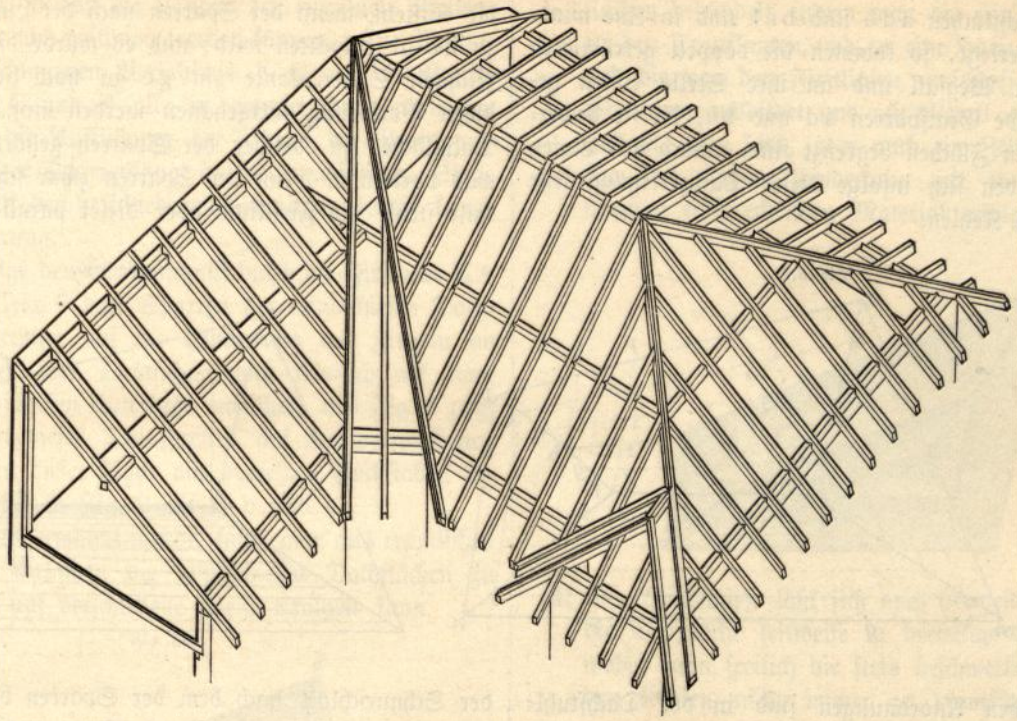


Fig. 576.

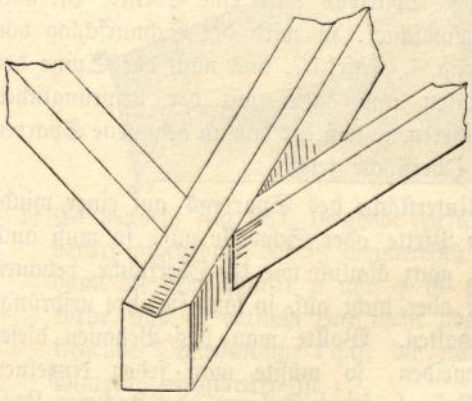


Fig. 577.

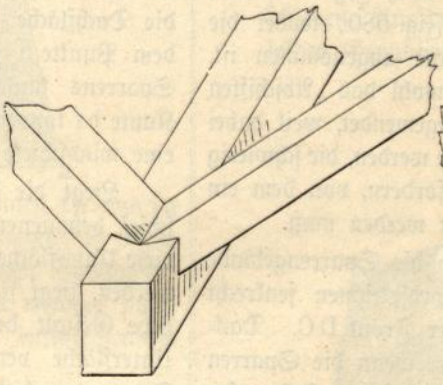
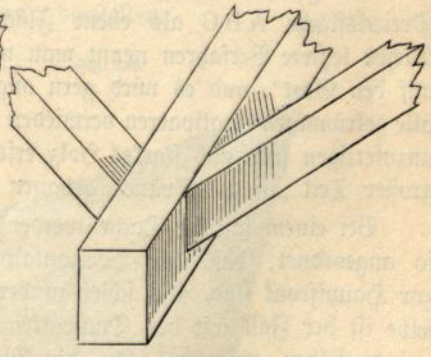


Fig. 578.



Sie ergeben sich, wenn die beiden Langseiten des Gebäudes nicht parallel laufen, und eine wagrechte Firstlinie beibehalten werden soll, wie dies des guten Aussehens wegen wohl stets der Fall ist.

Um die Konstruktion zu vereinfachen, legt man die Dachfirst stets parallel der Hauptseite durch den Schwerpunkt der Grundrißfläche, damit die Dachfläche der Vorderseite wenigstens eine ebene Fläche werde. Die dieser gegenüberliegende Fläche wird dagegen windschief, während die Walmflächen, die durch drei Punkte gehen, stets ebene Flächen bilden; der Durchschnitt der Walmflächen mit der windschiefen Fläche ergiebt krumme Gratlinien.

In Fig. 579 sei ff die durch den Schwerpunkt gehende und zu mn parallele Firstlinie, und die Vorderseite und die beiden Walmseiten sollen gleiche Neigungen erhalten; dann hat man nur die Winkel bei m und n zu halbieren, und die Gratlinien mf und nf zu ziehen, wodurch die Firstlänge bestimmt ist. Die Gratlinien der windschiefen Dachfläche af und fl, welche doppelt gekrümmt sind, werden dadurch ermittelt, daß man eine Anzahl horizontaler Schnitte in gleicher Entfernung durch die Höhe des Daches legt und sie im Aufriß und Grundriß zeichnet, sodann die Linien fo und fp in ebenso viele gleiche Teile wie fq und fr teilt, die betreffenden Teilpunkte 1, 2, 3, 4 miteinander verbindet und bis zu den zu am und nl parallel gezogenen Linien verlängert, wodurch im Grund- und Aufriß die Form der Gratsparren af und lf gefunden wird. Weitere Erklärung giebt die Beschreibung zu Fig. 588.

Wird die windschiefe Dachfläche a b c d, Fig. 580, in zwei ebene Dachflächen a d e und b c f und in eine windschiefe c d e f zerlegt, so kommen die doppelt gekrümmten Gratsparren in Wegfall und an ihre Stelle treten gewöhnliche gerade Gratsparren a d und b c, da sie beiderseits von ebenen Flächen begrenzt sind. Nach den Linien d e und c f bilden sich infolge dieser Dachzerlegung sehr stumpfwinkelige Kehlen.

Fig. 579.

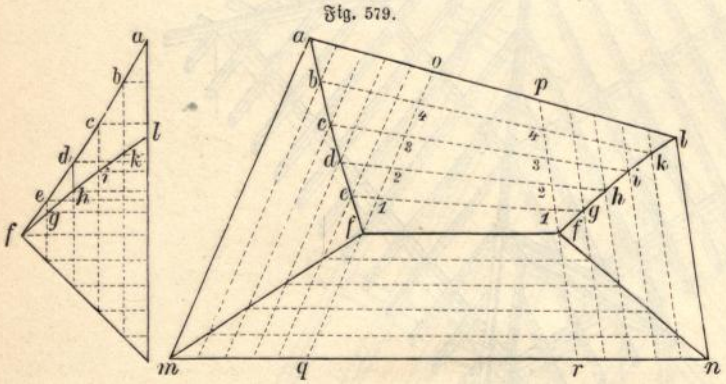
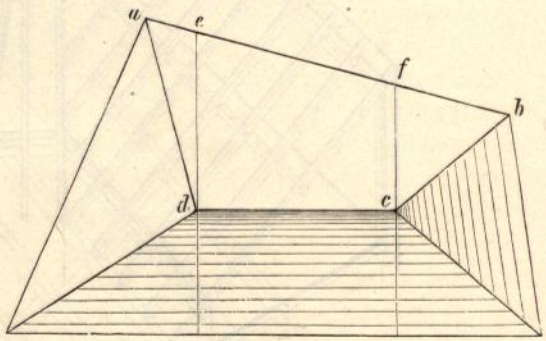


Fig. 580.



Diese beiden Anordnungen sind in der Dachstuhlkonstruktion, Tafel 57, veranschaulicht, und zwar giebt D E, Fig. 1, den gekrümmten Gratsparren nach Fig. 579, und A C den geraden Gratsparren nach Fig. 580, wobei die Dreiecksfläche A B C als ebene Fläche angenommen ist. Dieses letztere Verfahren nennt man wohl das „Abschiften auf den Grat", und es wird gern angewendet, weil dabei alle gekrümmten Gratsparren vermieden werden, die schwierig anzufertigen sind und starkes Holz erfordern, von dem ein großer Teil „in die Späne" gehauen werden muß.

Bei einem solchen Dache werden die Sparrengebinde so angeordnet, daß ihre Horizontalprojektionen senkrecht zur Hauptfront sind, also schief zu der Front D C. Dasselbe ist der Fall mit den Dachbalken, wenn die Sparren auf denselben aufstehen. An den Walmseiten stehen sowohl die Sparren als die Balken senkrecht auf den Frontlinien dieser Seiten.

Welche Konstruktionsweise man einem solchen Dache zu Grunde legt, ist im ganzen gleichgiltig, doch haben die Kehlbalkendächer vor den Pfettendächern den Vorzug, daß man bei jenen die Pfetten nicht windschief zu gestalten braucht, was bei diesen notwendig wird.

Das auf Tafel 57, Fig. 1 bis 6, dargestellte ist ein Kehlbalkendach mit gewöhnlichem verschwelltem liegendem Dachstuhle, wobei sowohl die Stuhlpfette als auch die Stuhlschwelle windschief bearbeitet werden müssen.

Es sei in Fig. 4, Tafel 57, a b die Vorderkante der Fußschmiege des ursprünglich rechteckigen Sparrens und d e die parallel der Front D C liegende Vorderkante des Balkens, so stellt a g c eine dreieckige Schnittfläche dar, die entsteht, wenn der Sparren nach der Linie a c parallel zu d e abgeschnitten wird; und es würde die punktiert gezeichnete Sparrenkante um g c zu hoch liegen, weshalb dieser Vorsprung fortgehauen werden muß. Ist nun die Dachfläche, zu welcher der Sparren gehört, eine Ebene, was vorkommt, wenn der Sparren zwar schief zur Traufslinie steht, die Firstlinie aber dieser parallel ist, so muß der Schnurschlag, nach dem der Sparren behauen werden soll, der ursprünglichen Sparrenkante parallel sein, und die Oberfläche des Sparrens wird eine Ebene. Ist aber die Dachfläche windschief, so wird der Schnurschlag von dem Punkte c, Fig. 4, Tafel 57, aus nach der Spitze des Sparrens hinlaufen und daher mit der ursprünglichen Kante b f konvergieren, so daß der danach behauene Sparren eine windschiefe Oberfläche zeigt.

Liegt die Unterfläche des Sparrens auf einer windschief behauenen Pfette oder Schwelle auf, so muß auch diese Unterfläche, ganz ähnlich wie die Oberfläche, behauen werden, liegt sie aber nicht auf, so kann sie ihre ursprüngliche Gestalt behalten. Wollte man das Behauen dieser Unterfläche vermeiden, so müßte man jeden einzelnen Sparren nach Maßgabe seiner steileren oder flacheren Lage verschieden tief einkämmen, damit er mit seiner ganzen Breite aufläge, was noch umständlicher wäre.

Was die Lage der Pfetten bei einem solchen Dache anbelangt, so bemerken wir darüber folgendes.

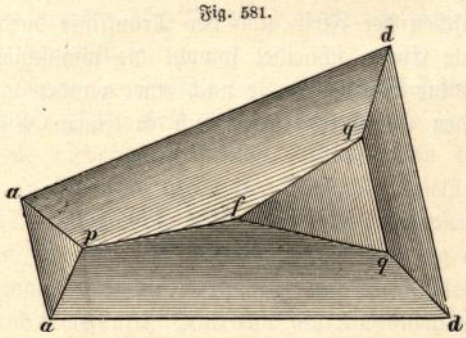
Nachdem man eines der Dachgebinde, etwa das Anfallsgebinde B B′, Fig. 1, Tafel 57, aufgezeichnet und den Querschnitt des Daches, wie ihn Fig. 3 zeigt, bestimmt hat, ist auch in diesem die Lage der Pfetten gegeben, und dieselben können in den Grundriß nach L, K und O projiziert werden. Zieht man darauf die Horizontalprojektionen der Kanten der Pfette an den Walmseiten parallel zu den Traufslinien, also K P, L M und M N, so muß auch O N parallel der B C sein, und wenn man O und P durch eine gerade Linie verbindet, so wird diese Linie die Lage der

Pfette auf der windschiefen Seite in der Horizontalprojektion bezeichnen, so daß die Längen der einzelnen Pfettenstücke gefunden und bestimmt werden können. Die Richtigkeit des eingeschlagenen Verfahrens, d. h. daß die Punkte K, L, M, N, O und P alle in einerlei Horizontalebene liegen, sowie die Auffindung der Länge der Grat- und Schiftsparren, der Sparrenlänge auf der windschiefen Fläche und der Gestalt der verschiedenen Schmiegen bedarf keiner weiteren Erklärung.

Fig. 5 zeigt den Längenschnitt durch die Firstlinie E A in Fig. 1 und Fig. 6 drei Sparren der windschiefen Dachfläche in Beziehung auf die Eindeckung mit Ziegeln an der Traufkante. Die Traufschar muß nämlich auf einer ebenfalls windschiefen Unterlage aufruhen, und Fig. 6 zeigt den Querschnitt dieses Traufbrettes auf drei verschiedenen Sparren, die in dieser Figur mit denselben Buchstaben bezeichnet sind, wie in Fig. 1 mit a, b und c.

Wie bereits erwähnt wurde, sucht man aus technischen und formalen Gründen die windschiefen Dachflächen zu umgehen, was auf verschiedene Weise erfolgen kann.

Fig. 581.



1) Es werden, Fig. 581, steigende Firstlinien f p und f q derart angeordnet, daß sie symmetrisch liegen; es liegen dann die drei Punkte p und q in einer Horizontalebene, und es entsteht eine mehr oder weniger flachliegende Dreiecksfläche f q q, die mit entsprechendem Material einzudecken ist.

Fig. 582.

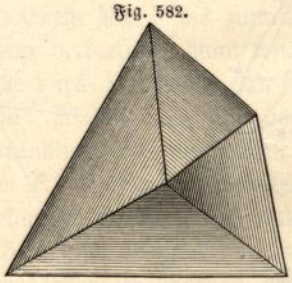
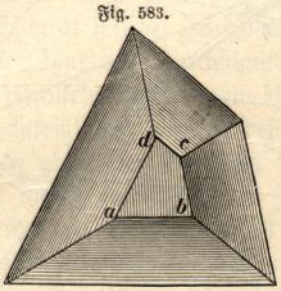


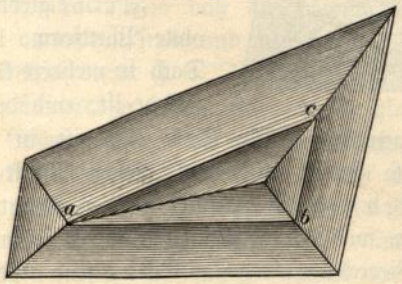
Fig. 583.



2) Das Dach wird als Zeltdach gebildet, mit der Spitze im Schwerpunkt der Grundfigur, wobei dann ungleiche Dachneigungen entstehen. Diese Anordnung ist aber nur durchführbar, wenn hierbei keine der Walmflächen flacher wird, als es das zur Verwendung kommende Deckmaterial zuläßt, Fig. 582.

3) Die sämtlichen Dachflächen werden als Pultdachflächen behandelt, indem man die Firstlinien parallel zu den Traufkanten und in eine Horizontalebene legt, und die von den Firstlinien umschlossene Fläche als Plattform ausbildet und mit Metall oder Holzcement eindeckt, Fig. 583, oder auch ein Zeltdach anordnet, Fig. 584, dessen Eindeckung mit einem der Dachneigung entsprechenden Material erfolgen muß.

Fig. 584.



4) Die Windschiefe läßt sich auch vermeiden, wenn man die Dachfläche teilweise in dreieckige Ebenen auflöst, wobei dann freilich die stets beschwerlich einzudeckenden Kehlen nicht immer zu vermeiden sind. Daß man in einem solchen Falle verschiedene Formen darstellen kann, zeigen die folgenden Figuren, die verschiedene Anordnungen, zum Teil über ein und derselben Grundfigur, darstellen.

Fig. 585.

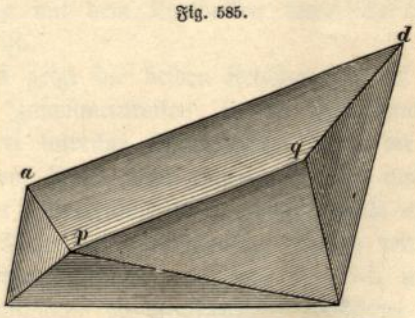
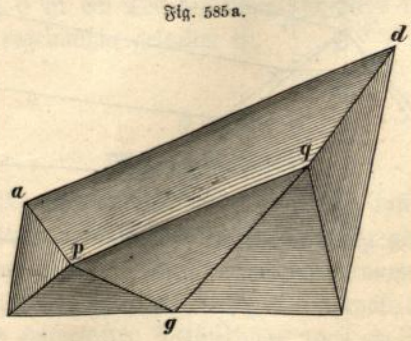


Fig. 585a.



Die Fig. 585 und 585a haben horizontale, mit der Hauptfront a d parallele Firstlinien p q und lauter ebene Dachflächen. Dabei zeigt Fig. 585 nur Gräte, während in

Fig. 585a sich bei q g eine Kehle bildet. In der Fig. 586 ist über jeder Frontseite ein Walm mit gleich langen Gratlinien angeordnet. Die vier Anfallspunkte liegen alle in derselben Höhe, und es entstehen nun acht Gräte, vier Kehlen und zwei sich kreuzende Firstlinien; eine allerdings etwas komplizierte und nicht empfehlenswerte Anordnung.

Fig. 586.

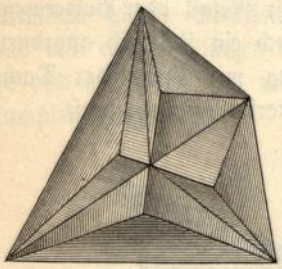
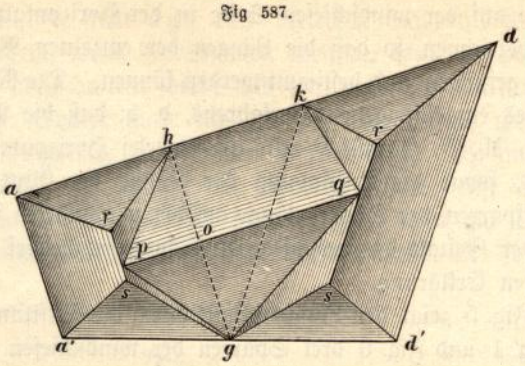


Fig. 587 giebt eine Lösung ohne Plattform, bei der das Dach in mehrere kleine Dächer zerlegt ist, und die ein gutes Aussehen gewährt. Die Seite a′d′ ist in g in zwei gleiche Teile geteilt und von diesem Punkte aus sind die Linien g h und g k parallel zu den Fronten a a′ und d d′ gezogen, wodurch die Punkte h und k bestimmt wurden. Über den Vierecken a a′ h g und d d′ k g sind alsdann Walmdächer von gleicher Höhe gedacht, und zwar ist diese Höhe so bestimmt, daß eine durch o (in der Mitte von g h) gelegte Firstlinie p q des mittleren Dachteiles bestimmend auftritt, indem sie für die Dachflächen p q h k und p g q noch angemessene Neigungen zuläßt.

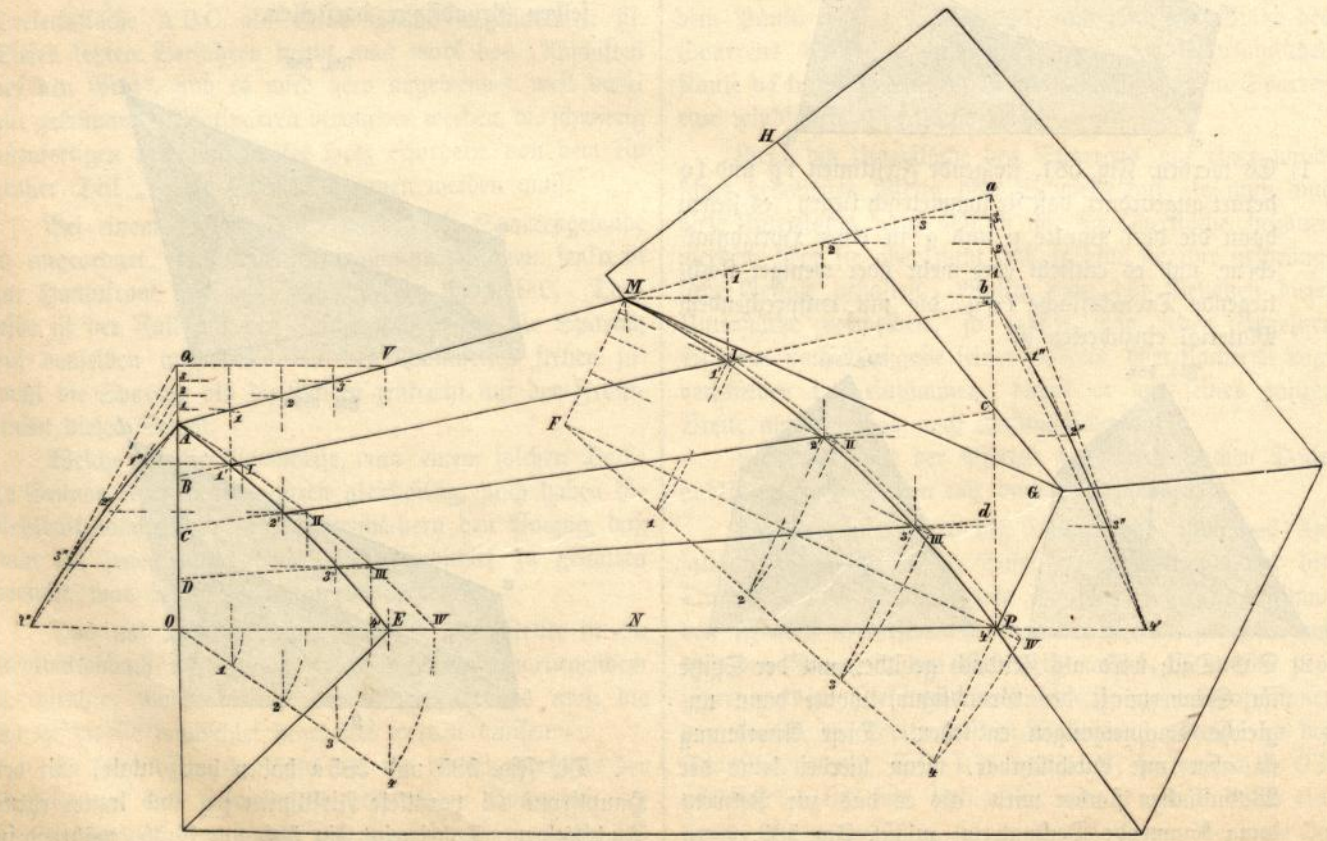
Fig 587.



Will man keine der zur Vermeidung oder Verminderung der Windschiefe angegebenen Mittel anwenden, sondern bei Walmdächern die krummen Gratsparren beibehalten, so kann man diese Krümmung auf folgende Art finden.

Fig. 588 stelle die Horizontalprojektion eines Daches dar, bei welchem der Teil A E P M windschief werden soll. Man denke sich diese windschiefe Fläche über den Grat A E und die Kehle M P hinaus fortgesetzt, so als ob A O und a P die Horizontalprojektionen vertikaler Dachgiebel wären. Eine zwischen der First- und der Traufline durchgehende horizontale Ebene schneidet sowohl die windschiefe Dachfläche als die Walmfläche je nach einer geraden Linie, und diese beiden Geraden müssen sich in einem Punkte der

Fig. 588.



krummen Gratlinie treffen. Da eine solche Ebene die beiden in OA und aP projizierten Linien und die Walmseite in einem und demselben Verhältnis teilt, so sind die Schnittlinien der Ebene mit den beiden Dachflächen leicht zu projizieren. Teilt man z. B. OA, Pa und OE (oder die ihr gleiche und parallele QV) in vier gleiche Teile, so zeigt die Figur, wie sich drei Punkte 1′, 2′, 3′ für die Horizontalprojektion der Gratlinie ergeben.

Um die Vertikalprojektion dieser Linie auf der umgelegten Vertikalebene OQ4″ zu finden, trage man die Dachhöhe, d. h. die vertikale Entfernung des Punktes E über der Traufenebene, senkrecht auf QO, von O nach 4″, dann wird das Dreieck QO4″ die Vertikalprojektion für einen Durchschnitt des Daches nach der Linie VE darstellen. Projiziert man ferner die Punkte 1, 2, 3 auf QA nach 1 2 3 und zieht die Linien 3 4″, 2 4″, 1 4″, so sind dies die Vertikalprojektionen von den Schnittlinien der durch 3, 2, 1 gedachten Vertikalebenen mit der windschiefen Dachfläche, und schneidet man diese durch Perpendikel auf AO aus den Punkten 3′, 2′, 1′, so wird durch die Schnittpunkte 3″, 2″, 1″ die Vertikalprojektion der Gratlinie bestimmt.

Um die wahre Gestalt dieser Linie zu bekommen, darf man sich die Walmebene AOE nur um AO in die Horizontalebene niedergelegt denken. Macht man daher E4 senkrecht zu EO und gleich der Dachhöhe, zieht O4 und macht OIV gleich O4, teilt ferner O4 in denselben Verhältnissen wie VQ und überträgt diese Teilung auf OIV, so darf man durch die Teilpunkte nur Parallelen zu AO ziehen und diese durch Senkrechte auf AO durch die Punkte 1′, 2′, 3′ schneiden, um durch die Punkte I, II, III, IV die wahre Gestalt der Gratlinie zu bestimmen.

Ähnlich dieser Konstruktion wird die Form der Kehllinie bestimmt. In Fig. 588 ist PM eine solche Kehllinie, welche entsteht, indem die windschiefe Fläche AEPM sich mit der Ebene MGP schneidet. Man denke sich nun die Ebene MGP bis zum Durchschnitt mit der Horizontalebene verbreitert, dann wird die Spur des Durchschnittes eine durch M gehende mit GP parallele Linie, mithin MF sein. Klappt man nun das rechtwinkelige Dreieck, dessen Grundlinie PF und dessen Höhe gleich der Dachhöhe ist, um FP in die Horizontalebene nieder, nimmt auf F4 die bekannte Teilung vor und trägt die Längen F1, 1 2, 2 3 u. s. w. von F4 auf die verlängerte FP, so darf man von diesen Teilpunkten aus nur Perpendikel zu FP bis zum Durchschnitt mit anderen Perpendikeln auf MF durch die Punkte 1′, 2′, 3′ ziehen, um in den Durchschnitten dieser Perpendikel die Punkte I, II, III, IV zu erhalten, welche die wahre Gestalt der Kehllinie angeben.

Im Anschluß hieran sei noch ein Beispiel eines zusammengesetzten Dachstuhles älterer Art dargestellt, Tafel 58, bei dem eine windschiefe Fläche vorkommt. Fig. 1 zeigt den Werksatz des unregelmäßigen Grundrisses; bei T ist ein von oben beleuchtetes Treppenhaus angenommen. Die gewählte Konstruktion ist die eines Kehlbalkendaches mit stehendem Stuhle, dessen Sparren unmittelbar auf den Balken stehen und zugleich auf eine Sparrenschwelle aufgekämmt sind, Fig. 2. Die windschiefe Fläche ist „auf den Grat abgeschiftet", so daß die krummen Grat- und Kehlsparren vermieden sind und nur das Stück DCBE, Fig. 1, windschief bleibt (s. a. Fig. 580).

In der Wiederkehr bilden sich zwei Dachkehlen, denen ebensoviele Gräte entgegenstehen. Die Gratsparren fallen aber nicht mit den Kehlsparren in einerlei Vertikalebene zusammen, weshalb in den Anfallspunkten Pfosten angeordnet sind. Der Kehlgratbalken BF nimmt zugleich viele Stichbalken auf, ist deshalb doppelt genommen und geht auf die ganze Gebäudetiefe durch.

Auf welche Weise die beiden langen Kehlsparren unterstützt sind, zeigen die punktiert gezeichneten, in die Horizontalebene niedergeklappten Längendurchschnitte derselben. Der Kehlbalken BG wird in seinem unteren Teile durch die Treppenhausmauer unterstützt, weshalb er nur noch durch den Stuhlpfosten H getragen wird, der zugleich die hier ein Eck bildenden Stuhlpfetten unterstützt.

Der Stuhlpfosten A ist in Fig. 3 dargestellt, wo seine Verbindung mit dem Kehlbalken durch Laschen deutlich erkennbar ist.

Fig. 4 zeigt die beiden Kehlsparren, da wo sie im Punkte B zusammentreffen, in der Horizontalprojektion, und je drei lotrechte Durchschnitte durch die Mitte der Sparren und längs ihrer äußeren Flächen, aus denen die Gestalt der Sparrenschwelle an dieser Stelle und die verschiedene Tiefe der Einkämmung deutlich wird. Fig. 5 zeigt den Vertikalschnitt durch den Grat GL, welche Figur in der Hauptsache die Konstruktion sämtlicher Gräte darstellt. Fig. 6 ist ein Teil des Längenschnittes des Daches, da wo es regelmäßig gestaltet ist.

§ 14.

Mansardedächer.

Die Mansardedächer haben seit ihrer Erfindung eine große Verbreitung und häufige Anwendung gefunden, da sie eine gute Ausnutzung des Dachbodenraumes zulassen, und ermöglichen, über der durch die baupolizeilichen Bestimmungen festgelegten Gesimshöhe noch ein Wohnungsgeschoß anzuordnen. Sie bieten aber auch Gelegenheit zur Anlage reicher Dachfenster in Stein, Holz oder Zink, zur Eindeckung mit verschiedenfarbigen Schiefern nach

geometrischen Zeichnungen und zur Ausschmückung mit gepreßten Zinkarbeiten in Form von Gesimsen und Ornamenten, so daß die Mansardedächer, nachdem sie längere Zeit wenig oder gar nicht mehr zur Ausführung kamen, in neuerer Zeit außerordentlich häufige Anwendung finden und wesentlich zur malerischen Gruppierung und Ausgestaltung der Bauten beitragen.

Zur Bestimmung der Form des Mansardedaches diente früher meistens der Halbkreis, den man entweder nach Fig. 589 in vier Teile, a b = b c, u. s. w. oder nach Fig. 590 in sechs Teile, a d = d b u. s. w. teilte, und die Punkte in der in den Figuren angegebenen Weise verband.

Fig. 589.

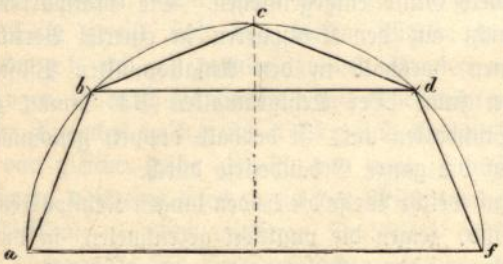
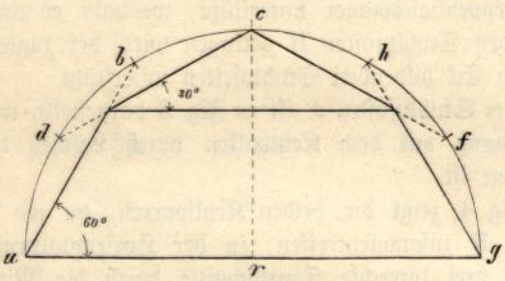
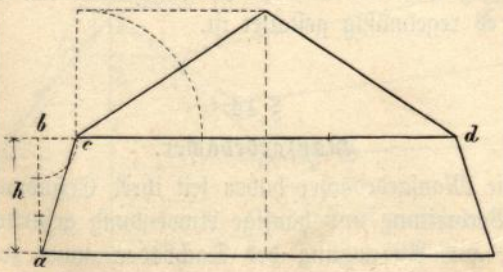


Fig. 590.



Diese Abhängigkeit der Dachform vom Halbkreis ist in statischer und in formaler Beziehung bedeutungslos, und schon Gilly hat eine vom Halbkreis unabhängige Konstruktion angegeben, wonach, Fig. 591, die Höhe a b = h

Fig. 591.



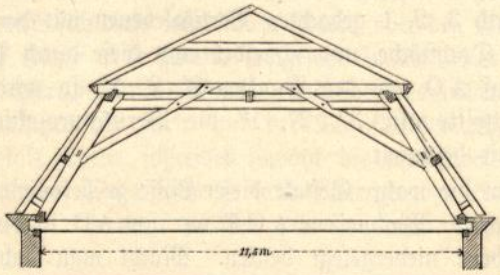
des Mansardestockes angenommen wird. Teilt man h in drei gleiche Teile und trägt davon einen Teil von b nach c, so ist in a c die Richtung der unteren Dachfläche a c festgestellt; um die der oberen zu erhalten, wird der Kehlbalken c d in drei gleiche Teile geteilt und ein Teil als Dachhöhe angenommen. Das so erhaltene Dritteldach kann mit Ziegeln eingedeckt werden, wodurch aber das Mansardedach auch ein schwerfälliges Ansehen erhält, das dadurch gemildert wird, daß man den oberen Dachflächen eine geringere Höhe giebt und sie mit Schiefer oder Metall eindeckt.

In neuerer Zeit wird meistens die obere Dachfläche flach, mit $^1/_{15}$ bis $^1/_{20}$ Neigung für Holzcementdeckung ausgeführt, so daß sie bei der Erscheinung des Daches überhaupt nicht mehr mitspricht.

Das ältere Mansardedach wurde nicht als Pfettendach, sondern stets als Kehlbalkendach ausgeführt, wobei besonders der liegende Stuhl zur Anwendung kam.

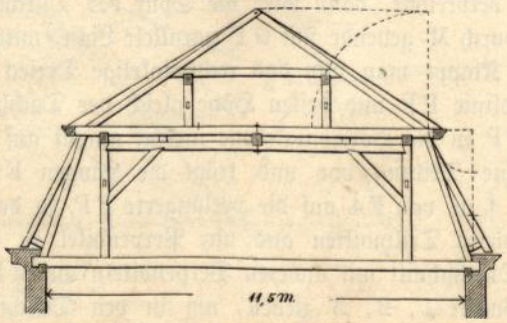
Fig. 592 zeigt eine solche Konstruktion mit liegendem Stuhle und Kehlgebälk, wobei auch die oberen Sparren

Fig. 592.



durch ein zweites Kehlgebälk abgesteift sind. Die unteren Kehlbalken treten über die Sparren so weit hervor, daß unter dem Vorsprung Schalung und Deckung Platz finden und ein dichtes Einbinden möglich wird. Die Kehlbalken sind vorn mit Zapfen versehen und tragen ein gekehltes Gesimsholz, das die Balkenfache schließt und den Zusammenstoß der beiden Dachflächen vermittelt. In neuerer Zeit werden an Stelle der gekehlten Balken Zinkgesimse, häufig in Verbindung mit Dachkanälen, auf entsprechenden Unterfütterungen angebracht, wies dies auf Tafel 59 angegeben ist.

Fig. 593.



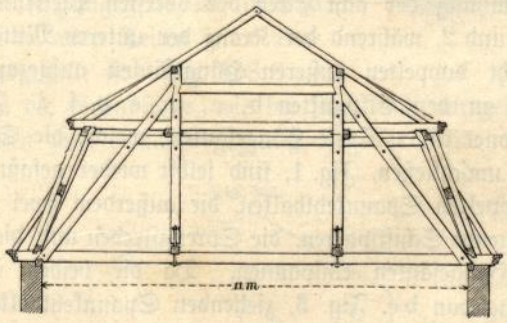
Wendet man, wie in Fig. 593, den stehenden Dachstuhl für den unteren Dachteil an, so wird bei einigermaßen tiefen Gebäuden noch eine mittlere Pfette zur

Unterstützung der Kehlbalken nötig, und wenn man den freien Dachraum durch Anordnung eines mittleren Stuhlpfostens nicht beengen will, so bringt man zwischen den äußeren Stuhlpfosten eine Art Spannriegel an, der von diesen aus durch Kopfbüge unterstützt wird und seinerseits den Unterzug für die Kehlbalken trägt. Konstruiert man aber den oberen Dachteil als Pfettendach und benutzt dabei die Hauptsparren desselben als Streben eines Hängewerkes, so läßt sich die Unterstützung der Kehlbalken durch letzteres ebenfalls bewirken.

Eine neuere Konstruktion eines Mansardedaches nebst den Zeichnungen für die Dachfenster ist auf Tafel 59, Fig. 1 bis 9, dargestellt; es ist dies die Dachkonstruktion des von Oberbaurat Lang erbauten Model'schen Hauses in Karlsruhe.

Das Dach sitzt nach der Straßenseite auf einer Kniewand, die nach der Hofseite fehlt. Der Mansardestock hat 3 m Höhe und das Satteldach darüber, mit zwei Mittelpfetten und liegendem Dachstuhle, ist aus dem Grunde höher angeordnet, als für Schiefereindeckung nötig war, um daselbst Schlafräume für Dienstboten einrichten zu können. Die Last der Dachbinder wird durch Querwände aufgenommen, deren stehende und liegende Pfosten oben in die Binderkehlbalken eingezapft sind, während die übrigen Kehlbalken durch die äußeren Wände und die Gangwände getragen werden. Die nach der Straße gerichteten Fenstergestelle sind aus Hausteinen ausgeführt und in Fig. 2 in der Ansicht, in Fig. 3 im Durchschnitt, in Fig. 4 in der inneren Ansicht und in Fig. 5 die innere Ansicht mit der Verkleidung gezeichnet; die nach dem Hofe gelegenen, aus Holz konstruierten Fenstergestelle sind in Fig. 6 bis 9 dargestellt.

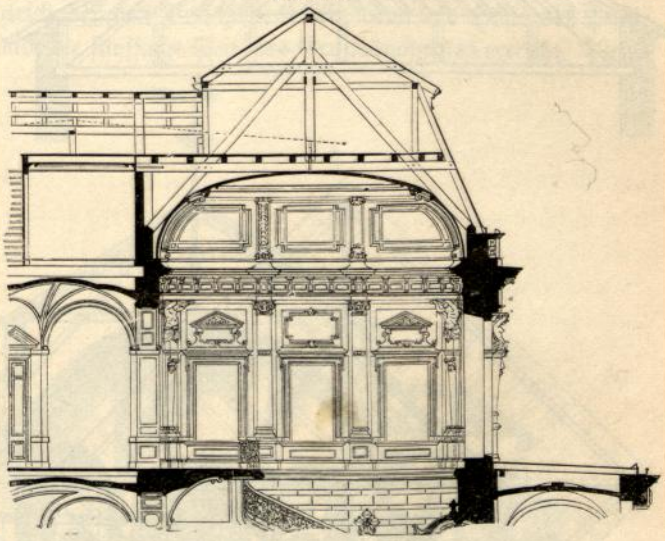
Fig. 594.



Nicht allein über unterstützten Balkenlagen hat man früher Mansardedächer konstruiert, sondern auch über solchen, die teilweise durch den Dachstuhl zu tragen waren, wodurch diese Dächer auch mit Hängewerken zur Ausführung kamen. Ein in Fig. 594 dargestelltes Beispiel einer derartigen holzreichen Konstruktion möge genügen. Hier sind zu beiden Seiten der Verbandstücke des eigentlichen Dachbinders doppelte Hängeböcke angenommen, die einen derart breiten Binderbalken bedingen, daß noch eine jede der doppelten Streben des Hängewerkes mit einem versatzten Blattzapfen in ihn eingreifen kann.

Über große freie Räume ein Mansardedach auszuführen, dürfte heute kaum mehr in Frage kommen. Es ist aber auch bei den Mansardedachstühlen möglich, einen Teil des Dachraumes zu dem darunter liegenden Raum zu ziehen, und die Decke tonnenartig auszubilden; ein hübsches Beispiel einer solchen Anordnung giebt Fig. 595 vom erbprinzlichen Palast in Dessau.[1])

Fig. 595.

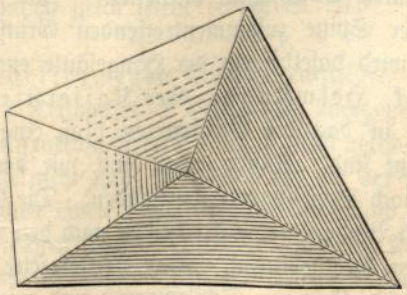


§ 15.
Zelt-, Kegel- und Turmdächer.

Wie schon auf Seite 130 erklärt ist, besitzt das Zeltdach keinen First, sondern nur eine Spitze, in der die dreieckigen ebenen Dachflächen, über dem einfachsten Grundriß, dem Quadrat, eine Pyramide bildend, auslaufen.

Bei unregelmäßigem Viereck, Fig. 596, liegt der Firstpunkt, nach dem die Gratlinien laufen, im Schwerpunkt

Fig. 596.



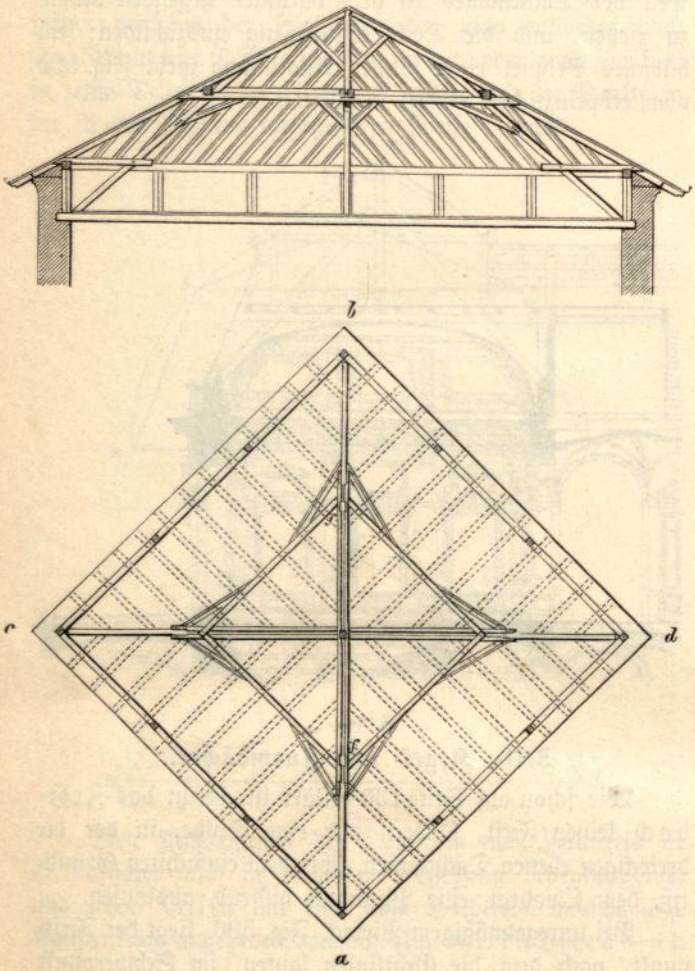
der Grundfigur, wodurch aber verschiedene Neigungswinkel der Dachflächen entstehen.

1) Deutsche Bauzeitung 1886.

Hieran schließt sich das Zeltdach über polygonalem Grundriß und endlich über dem Kreise, wobei das Zeltdach mit gekrümmter Dachfläche oder das Kegeldach entsteht.

Die Konstruktion eines Zeltdaches mit Kniewänden über einem quadraten Lichtraume von 10 m und hinlänglich unterstütztem Dachgebälke ist in Fig. 597 im Grundriß

Fig. 597.



und diagonalen Durchschnitt dargestellt. Zur Verbindung der in einer Spitze zusammentreffenden Gratsparren der Zeltdächer wird daselbst ein der Hängesäule entsprechendes Verbandstück, Helmstange oder Kaiserstiel genannt, angebracht, in das die Gratsparren bloß eingezapft oder besser versatzt sind. Außer diesen sind, wie der Grundriß zeigt, nur noch Schiftsparren vorhanden. Die Gratsparren sind zugleich Bindersparren der beiden nach den Diagonalen angeordneten Gratgebinden. Eine Mittelpfette unterstützt die Grat- und längeren Schiftsparren und wird getragen von zwei doppelten, von a nach b und von c nach d gerichteten Spannkehlbalken und vier liegenden, mit Kopfbändern versehenen Stuhlsäulen. Die ersten liegen nicht in einer Ebene, sondern überkämmen sich und umfassen die Gratsparren, Stuhlsäulen und die Helmstange. Mit dem in der Richtung von a nach b ziehenden Spannkehlbalken sind bei ff die Pfettenenden durch schwalbenschwanzförmige Verblattung verbunden. Vier von der Helmstange nach den Gratsparren ziehende Strebebänder tragen zur vollständigen Absteifung derselben wesentlich bei.

Die Kniewandpfette ist durch vier Eck- und acht Zwischenpfosten unterstützt und mittels vier Zangen mit den liegenden Stuhlsäulen abgesteift.

Wie dieses Beispiel zeigt, werden bei der Konstruktion der Zeltdächer am zweckmäßigsten die Gratgebinde verwendet, weil sie den so wesentlichen Verbandstücken, den Gratsparren, an die sich die Schiftsparren anschmiegen, eine durchaus solide Unterstützung gewähren.

Eine andere Anordnung der Dachbinder ist bei dem auf Tafel 60, Fig. 1 bis 3, dargestellten Kirchendache[1]) mit sichtbarer Holzdecke ausgeführt worden, bei welcher sie nicht nach den Gratlinien, sondern senkrecht über den Seiten des 15,5 m weiten Oktogons gespannt sind. Da hier die Decke an die Dachstuhlkonstruktion aufgehängt ist, so sind die vier Dachbinder als Hängewerke gebildet, bei denen die Binderbalken, des besseren und leichteren Aussehens wegen, im mittleren Teile durch eiserne Zugstangen ersetzt sind.

Die Konstruktion des Dachbinders war nach der einmal angenommenen und in Fig. 1 und 3 dargestellten Deckebildung einzurichten. Darnach ergaben sich für die Unterstützung der Eckpunkte des ein Quadrat bildenden Mittelfeldes der Decke von der Seitenlänge h i, Fig. 3, vier einfache mittlere Hängesäulen, von denen je zwei mit Spannriegel und Sprengstreben den doppelten Hängebock bilden. Auf den vier Spannriegeln sitzen acht Pfosten zur Unterstützung der acht Ecken des obersten Pfettenkranzes, Fig. 1 und 2, während der Kranz der unteren Mittelpfette auf acht doppelten äußeren Hängesäulen aufgezapft ist, welche an den Eckpunkten b, c, d, e u. s. f., Fig. 2, angeordnet sind. Diese Hängesäulen, welche die Sprengstreben umschließen, Fig. 1, sind selbst wieder gefaßt durch die doppelten Spannkehlbalken, die außerdem zwei gegenüberliegende Schiftsparren, die Sprengstreben und die mittleren Hängesäulen einspannen. Da die beiden in der Richtung von b e, Fig. 3, ziehenden Spannkehlbalken auf den beiden nach c g und d k gerichteten aufgekämmt sind, so müssen an den Endpunkten c und d und den entsprechend gegenüberliegenden die Pfettenenden mit Unterlagen versehen werden, die den Druck auf die Spannkehlbalken zu vermitteln haben. Zur weiteren Unterstützung des unteren Pfettenkreuzes sind die Hängesäulen mit Kopfbändern

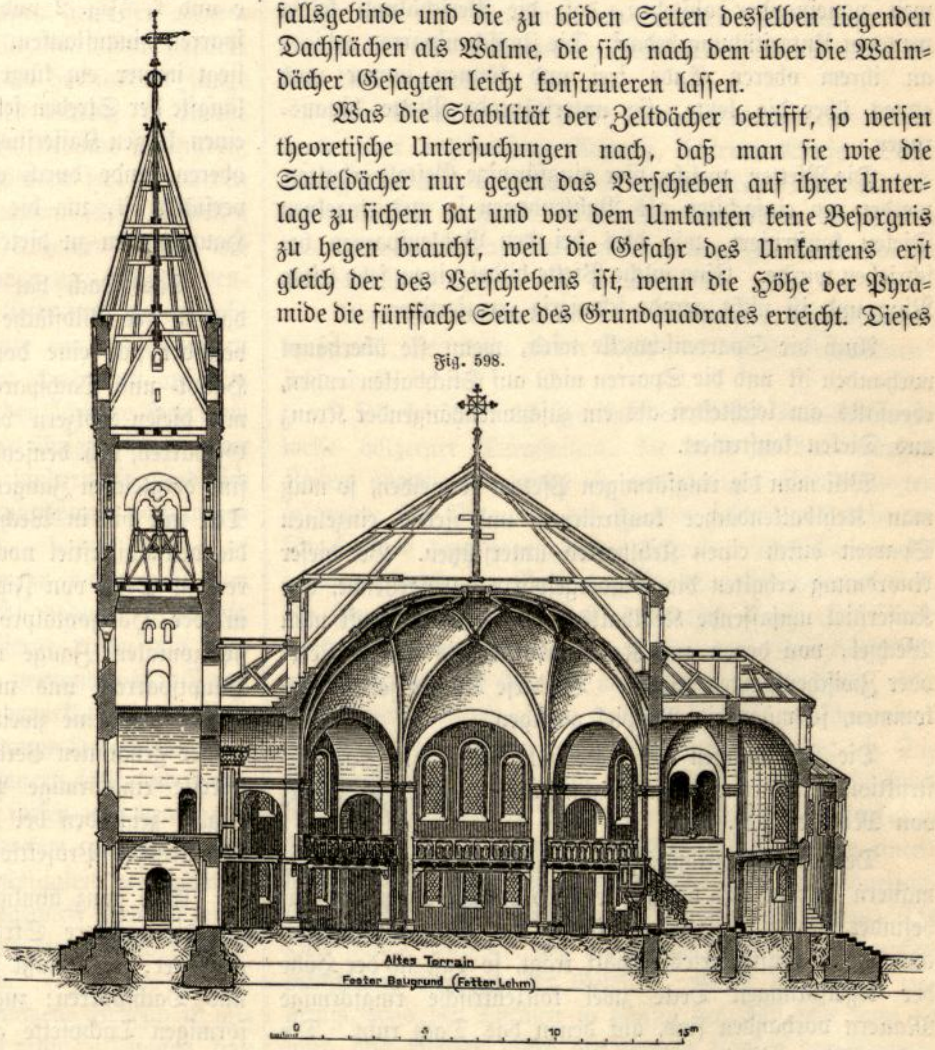
1) Von Baurat Diemer in Karlsruhe.

versehen. Zur Aufnahme der acht Gratsparren ist die Helmstange oben stärker angenommen als unten, wo sie von zwei sich rechtwinkelig kreuzenden Zangen, die in der Mitte der Spannriegel Unterstützung finden, sicher gefaßt und verbolzt ist.

Wenn sich auch gegen die Solidität der Dachkonstruktion und der gefälligen Deckeanordnung nichts einwenden läßt, so dürfte doch der Lösung dieser Aufgabe mit Gratgebinden der Vorzug eingeräumt werden, und zwar nicht allein wegen der entschieden solideren Unterstützung der Gratsparren, sondern auch wegen der einfach klaren und doch wirkungsvollen Anordnung der Decke durch Herstellung einer in der Mitte sich erhebenden regelmäßigen achtseitigen Hohlpyramide von 8,5 m Weite.

Eine derartige Anordnung mit Gratgebinden zeigt das Zeltdach über dem achtseitigen Kuppelraum der Kirche in Nietleben bei Halle a. S., bei dem die den Strebenfuß verbindenden Zangen im mittleren Teil durch Zugstangen ersetzt, und die Wandpfosten mit den Hängestreben im oberen Teil durch schräge Stuhlsäulen verbunden und die letzteren mit den Zangen verbolzt sind. Die Zwischenpfetten liegen gleichfalls auf Doppelzangen, die die Bindersparren, die Streben, die Stuhlsäule und die mittlere Hängesäule umfassen, so daß ein in allen Teilen fester Verband hergestellt ist. Fig. 598.[1])

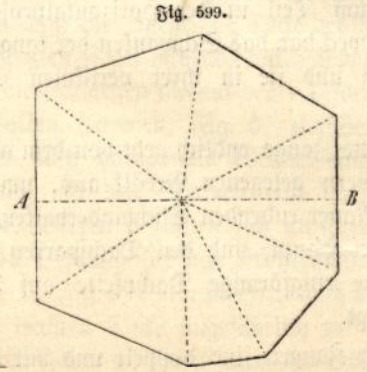
Fig. 598.



Ist die Grundfigur, wie bei Fig. 599, unregelmäßig und fallen zwei einander gegenüberliegende Gräte nicht in eine Vertikalebene, so kann kein ganzes Gratgebinde konstruiert werden. In diesem Fall ordnet man ein rechtwinkelig auf den parallelen Seiten stehendes und durch die Spitze gehendes Gebinde A B an, betrachtet dieses als Anfallsgebinde und die zu beiden Seiten desselben liegenden Dachflächen als Walme, die sich nach dem über die Walmdächer Gesagten leicht konstruieren lassen.

Was die Stabilität der Zeltdächer betrifft, so weisen theoretische Untersuchungen nach, daß man sie wie die Satteldächer nur gegen das Verschieben auf ihrer Unterlage zu sichern hat und vor dem Umkanten keine Besorgnis zu hegen braucht, weil die Gefahr des Umkantens erst gleich der des Verschiebens ist, wenn die Höhe der Pyramide die fünffache Seite des Grundquadrates erreicht. Dieses Höhenverhältnis kommt aber nicht leicht vor, da ein Verhältnis 1 : 3 bis 1 : 4 schon äußerst schlanke Zeltdächer oder Turmspitzen giebt (siehe jedoch S. 215).

Fig. 599.



Die kegelförmigen Dächer entstehen, wenn das Polygon des Zeltdaches in den Kreis übergeht.

Die Konstruktion dieser Dächer ist nicht gerade schwierig, wenn sie auch nicht ganz so einfach als die der Pyramiden ist. Man wird einen Kaiserstiel anordnen und einige Gebinde, in lotrechten Ebenen durch die Achse des Kaiserstieles, aufstellen, die als Bindergespärre auftreten und den notwendigen Pfetten als Stützen dienen. Nur die Bindersparren reichen bis an die Spitze des Daches, die Zwischensparren werden aber nur so weit hinaufgeführt, als es zur Unterstützung der Latten oder der Bretterverschalung

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1890.

erforderlich ist. Die Zwischensparren werden daher verschiedene Längen bekommen, indem man, nach der Spitze zu, zwischen zwei Sparren nach und nach immer einen ausfallen läßt, bis endlich die Bindersparren nur noch so weit voneinander abstehen, daß die Verschalung keiner weiteren Unterstützung bedarf. Die Zwischensparren endigen an ihrem oberen Ende frei und können immer noch etwas über die letzte, sie unterstützende Pfette hinausragen.

Die Pfetten, welche hier ringförmige Gestalt erhalten, werden am einfachsten als Bohlenbogen so aus einzelnen Dielen konstruiert, wie dies bei den Bohlensparren beschrieben wurde. Eine solche Pfette bildet einen sehr festen Ring und ist nicht gerade schwierig anzufertigen.

Auch die Sparrenschwelle wird, wenn sie überhaupt vorhanden ist und die Sparren nicht auf Stichbalken ruhen, ebenfalls am leichtesten als ein zusammenhängender Kranz aus Dielen konstruiert.

Will man die ringförmigen Pfetten vermeiden, so muß man Kehlbalkendächer konstruieren und jeden einzelnen Sparren durch einen Kehlbalken unterstützen. Bei dieser Anordnung erhalten die Bindergespärre durchgehende, den Kaiserstiel umfassende Kehlbalken, und in diese zapft man Wechsel, von denen aus Kehlstichbalken bis an die Leer- oder Zwischensparren reichen. Da diese Dächer selten vorkommen, so möge ein Beispiel genügen.

Die Zeichnungen auf Tafel 61 stellen die Dachkonstruktion über dem Zuschauerraume des Theaters zu Mainz von Moller dar.

Der innere Durchmesser der ringförmigen Umfassungsmauern beträgt 32,5 m, und etwa 5 m von dieser entfernt befindet sich eine Säulenstellung, die ein vollständiges, aus Stein konstruiertes Gebälk trägt, so daß in der Höhe der kegelförmigen Decke zwei konzentrische ringförmige Mauern vorhanden sind, auf denen das Dach ruht. Die äußere Mauer ist ca. 1 m höher als die innere, und bildet eine Art „Kniestock“.

Die beiden Mauern tragen ein Gebälk, das durch eine Reihe von horizontal liegenden Andreaskreuzen zu einem festen, unverschieblichen Kranze gemacht wird. Die äußere Mauer hat über diesem Gebälke eine Stärke von 0,625 m und unter demselben von 0,75 m bei einer Höhe von 18,5 m über dem Pflaster.

Das Dach ist ein Pfettendach, und zwar sind die 19,5 m langen Dachsparren durch drei Zwischenpfetten unterstützt. Diese werden durch Hauptsparren, g h, Fig. 1 und 2, getragen, die auf einem auf der äußeren Mauer liegenden Stichgebälke aufstehen und ihrerseits durch ein System von Streben gestützt werden, das auf der inneren Mauer auf eichenen „Schuhen“ steht.

Diese eichenen Schuhe, c, Fig. 2, 4 und 5, kurze starke Balken, liegen auf doppelten kurzen Schwellen, die auf dem Gebälke aufgekämmt sind. Das die Hauptsparren unterstützende Strebensystem besteht aus drei Streben, d, e und f, Fig. 2 und 5, die fächerartig nach den Hauptsparren hinauflaufen. Zwischen zwei langen Hauptsparren liegt immer ein kürzerer, g h′, Fig. 4, bei welchem die längste der Streben fehlt. Die langen Hauptsparren tragen einen kurzen Kaiserstiel, o, Fig. 2, 4 und 6, der an seinem oberen Ende durch ein mit ihm verschränktes Holzstück verstärkt ist, um die nötigen Flächen für die anfallenden Hauptsparren zu bieten, Fig. 3 und 6.

Das Dach hat nur ein einziges ganzes Gespärre, das in der Bildfläche von Fig. 2 erscheint, und in diesem befindet sich eine doppelte Zange m n, Fig. 2, die die Haupt- und Dachsparren und den Kaiserstiel umfaßt und mit diesen Hölzern verbolzt ist. In den übrigen halben Gespärren, d. h. denjenigen, welchen die Gegensparren fehlen, sind dergleichen Zangen ebenfalls vorhanden, die jedoch zum Teil nur bis in Wechsel reichen, die zwischen den Zangen, die den Kaiserstiel noch umfassen, eingezapft sind; auf der rechten Seite von Fig. 1 sind diese Zangen und Wechsel in der Horizontalprojektion bezeichnet. Dicht über der horizontalen Zange m n trifft die längste Strebe f die Hauptsparren, und um hier einen recht festen Knoten zu bilden, geht eine zweite Zange Z, Fig. 2 und 7, über alle bisher genannten Verbandstücke hinweg, hinter welcher die oberste ringförmige Pfette ein sicheres Auflager findet. Fig. 7 zeigt den bei B, Fig. 2, sich bildenden Knoten in isometrischer Projektion.

Eine ganz ähnliche Zange, Z′, Fig. 2 und 8, ist da, wo die mittlere Strebe e den Hauptsparren trifft, angeordnet; sie umfaßt die Streben f und e und den Haupt- und Dachsparren; zugleich dient sie der mittleren ringförmigen Dachpfette als Stütze gegen das Gleiten. Auf und unter diesen zuletzt genannten Zangen und noch mit den langen Streben f verbolzt, ist aus geraden Hölzern, k und k′, Fig. 2 und 8, ein polygonaler Kranz gebildet, den Fig. 1 zum Teil in der Horizontalprojektion zeigt, und der den Zweck hat, das Schwanken der langen Streben f zu verhindern und sie in ihrer vertikalen Stellung zu erhalten.

Eine dritte Zange endlich geht von dem auf den ringförmigen Mauern gelegenen Gebälk aus, umfaßt die auf der äußeren Mauer ruhenden Stichbinderbalken, die mittlere Strebe d, den Haupt- und den Dachsparren, letztere da, wo die untere ringförmige Dachpfette auf dem Hauptsparren aufliegt.

Alle diese Zangen sind doppelt und mit den Hölzern, die sie umfassen, verkämmt und verbolzt.

Die Dachsparren kommen in vier verschiedenen Längen vor, wie solches aus Fig. 1, links, deutlich hervorgeht.

Dieses hier beschriebene Dach würde unstreitig einen bedeutenden Horizontalschub auf die Mauer ausüben, wenn hiergegen nicht besondere Vorkehrungen getroffen wären. Denn wenn man auch annehmen wollte, die Bindergespärre wären so steif konstruiert, daß durch die horizontale Zange m n aller Horizontalschub aufgehoben würde, so könnte dies doch nur bei dem einzigen ganzen Gebinde stattfinden, und alle übrigen, denen die Gegensparren fehlen, würden ihren Horizontalschub auf die Mauern sehr nachteilig äußern. Denn betrachten wir einen einzelnen Binder, wie ihn z. B. Fig. 4 darstellt, und nehmen an, daß die denselben bildenden Hölzer eine in sich feste und unverschiebliche Fläche bilden, so stellt das Ganze einen zweiarmigen Hebel dar, dessen Unterstützungs- und Drehpunkt auf dem Schuh c liegt. Da sich nun aber der längere Hebelarm bei b nicht senken kann, weil ihn die übrigen Binder, die das gleiche Bestreben haben, hieran hindern, so wird sich das Bestreben äußern, den Unterstützungspunkt nach außen zu schieben.

Um diesem Bestreben entgegen zu wirken, ist dem kürzeren Hebelarme das Übergewicht dadurch verschafft, daß die ganze Kniemauer durch eiserne Anker mit dem Ende des kürzeren Hebelarmes bei g verbunden ist. Durch dieses bedeutende Übergewicht wird bewirkt, daß die Vertikale durch den Schwerpunkt der ganzen Hebelverbindung zwischen die beiden ringförmigen Mauern fällt und daher der Punkt g das Bestreben hat, zu sinken und den Hebel um seinen Unterstützungspunkt zu drehen, und da diesem Bestreben durch die rückwirkende Festigkeit der äußeren Umfangsmauer vollkommen entgegengewirkt wird, so resultiert aus der ganzen Verbindung nur ein vertikaler Druck auf die beiden ringförmigen Mauern.

Das hier zur Anwendung gekommene Prinzip ist unstreitig das des Krahnes, und es ist nicht zu leugnen, daß dieses Prinzip bei Baukonstruktionen gewiß sehr oft mit Vorteil benutzt werden kann.

In Beziehung auf die Figuren der Tafel 61 ist noch hinzuzufügen, daß die eigentliche Decke des Raumes, einen halben abgekürzten Kegel bildend, durch Sparren p, Fig. 2, gebildet ist, die sich gegen die auf den ringförmigen Mauern liegenden Balken stemmen, Fig. 5, zwischen welche ringförmige oder auch polygonale Wechsel eingesetzt sind, die in Verbindung mit den Sparren eine leichte Bretterdecke tragen. Die Sparren p stützen sich an ihrem oberen Ende gegen den die Öffnung für den Kronleuchter begrenzenden Bohlenkranz O, Fig. 2. Um indessen auch den Horizontalschub dieser leichten Decke ungefährlich zu machen, ist sie, wie solches aus Fig. 2 ersichtlich wird, durch dünne, schmiedeeiserne Stangen an die Hauptbindersparren aufgehängt.

Alles Übrige dieser scharfsinnigen Konstruktion ist aus den auf Tafel 61 gezeichneten Figuren deutlich zu ersehen.

Turmdächer sind Zeltdächer von bedeutender Höhe; einige der am meisten vorkommenden Turmhelme mit ebenen und mit gekrümmten Dachflächen sind auf Tafel 18 und 19 dargestellt.

Die Grundfiguren dieser Dächer sind meistens Quadrate oder regelmäßige Achtecke, seltener Kreise. Sehr häufig werden die Pyramiden versetzt, Fig. 7, 12 und 13, Tafel 18, so daß die Gräte auf die Mitte der Seiten des Turmes treffen, oder auf den viereckigen Turm kommt ein achtseitiger Helm, Fig. 9, Tafel 18.

Über die Konstruktion der Turmspitzen sagt Moller in seinen „Beiträgen zu der Lehre von den Konstruktionen“ folgendes:

„Die seit dem 16. Jahrhundert übliche Konstruktionsweise hölzerner Turmspitzen, die noch in den neuesten Zeiten angewendet wird, ist mit wenigen Abweichungen folgende: Die Pyramide des Turmes besteht aus mehreren Stockwerken von sogenannten liegenden Dachstühlen, die jedesmal durch eine Balkenlage voneinander getrennt sind. In der Mitte befindet sich ein starker, durch alle Stockwerke gehender Pfosten, die Helmstange (Kaiserstiel) genannt, in den die Gebälke meistens eingezapft sind. Die Mauerlatten liegen etwas vertieft, so daß sich ihre obere Seite mit der Mauer in gleicher Höhe befindet. — Die Konstruktionsart kostet sehr viel Holz, ist nicht fest, wird bald schadhaft und ist schwer zu reparieren. Die liegenden Stuhlpfosten, die durch die Gebälke und Schwellen unterbrochen sind, haben keinen festen Stand, da diese horizontalen Hölzer sich zusammendrücken und eintrocknen. Die Helmstange beschwert den Turm ganz unnötig und unterbricht den Verband der Gebälke. Wenn der Regen eindringt, was bei Türmen so häufig der Fall sein kann, so wird das Wasser durch die unteren Zapfen der Sparren und liegenden Stuhlpfosten in die Schwellen und Balken hineingeleitet, und da diese, sowie die Mauerlatten, wenn sie einmal im Innern naß sind, schwer trocknen, so faulen sie sehr bald. — Die Reparatur der angefaulten Schwellen und Gebälke ist aber äußerst schwierig, weil die ganze Last des oberen Turmes auf ihnen ruht und daher gehoben werden muß, um die alten Balken herauszuziehen und neue zu legen.

Außer diesen Fehlern findet sich an diesen Türmen noch häufig ein anderer, der nicht genug gerügt werden kann. An manchen Türmen fängt das Zimmerwerk schon innerhalb des obersten oder der zwei obersten Stockwerke der steinernen Umfassungsmauer an. (Wenigstens reicht die Helmstange so weit herab.) Man fragt sich hierbei unwillkürlich: sollen die Mauern das Zimmerwerk oder

letzteres die Mauer fester machen? — Das Ergebnis ist aber gerade ein entgegengesetztes:

1) werden beim Sturmwinde die das Holzwerk umgebenden Mauern durch die Schwingungen, die die Pyramide annimmt, auf das Nachteiligste erschüttert;
2) wird die Last der Holzpyramide nicht gleichförmig auf die ganze Mauerdicke verteilt, sondern sie ruht nur auf dem inneren Rande oder Absatze der Mauer; und beides ist gleich nachteilig.

Sehr verschieden von dieser war die Konstruktionsweise an den älteren Türmen vom 13. bis in die Mitte des 16. Jahrhunderts. Charakteristisch ist an denselben:

1) daß die Verbindung der Holzstücke nicht durch Zapfen, sondern durch Schwalbenschwänze bewirkt ist, welche aber nicht bündig überschnitten (überblattet), sondern nur 3 bis 5 cm vertieft (eingekämmt) sind, um das Holz nicht zu schwächen;
2) daß die Pyramide des Turmes durch mehrere, sich in der Mitte des Grundrisses kreuzende, lotrechte Dreiecksebenen gebildet wird, deren jede durch mehrere kleine Dreiecke auf verschiedene Weise zu einer einzigen größeren, unverschieblichen Ebene gestaltet werden.

Dieser zweckmäßigen Konstruktion verdanken die alten Türme ihre große Festigkeit, doch lassen sich auch folgende Mängel derselben nicht verkennen:

1) fehlt der Seitenverband, indem die Sparren zwischen den Ecksparren nur durch sogenannte Stichbalken unterstützt sind. Eine Folge davon ist, daß die Gräte der Ecken vieler alten Türme sich gedreht und eine etwas schiefe Richtung angenommen haben;
2) da die Ecksparren unmittelbar, ohne andere Unterstützung, die Hauptstärke des Verbandes bilden, so lassen sich dieselben nicht gut ausbessern oder wegnehmen, ohne die Festigkeit des Turmes in Gefahr zu bringen;
3) sind die meisten dieser Türme doch etwas mit Holz überladen, so daß in der Mitte sich zu viele Holzstücke kreuzen.

Außerdem läßt sich an diesen, sowie an den meisten neuen Türmen tadeln, daß sie im Innern nicht gehörig erleuchtet und nicht zugänglich sind, wodurch nötige Ausbesserungen oft zu spät erkannt werden.

Nach diesen Bemerkungen sind es besonders zwei Gegenstände, die hervorgehoben zu werden verdienen, und diese sind:

a) Die Weglassung der Helmstange. Dieses Verbandstück ist nur zum Anlehnen der Gratsparren in der Nähe der Spitze notwendig, und es scheint, als ob man dasselbe nur deshalb durch die ganze Dachhöhe geführt hat, um ein Umkanten der Pyramide zu verhüten. Wir wissen aber, daß diese Gefahr weit weniger zu befürchten ist, als die einer Verschiebung, und gegen die Bewegung ist eine Vermehrung der Reibung im Auflager der unteren Balkenlage auf den Mauern weit wirksamer, als die Helmstange, und daher die Fortlassung dieses schweren, immer sehr teuren, die Querverbindung der Sparren hindernden und den inneren Raum fast ganz unzugänglich machenden Verbandstückes gewiß gerechtfertigt.

b) Die Vermeidung der in mehreren Stockwerken übereinander gestellten liegenden Dachstühle. Sind diese Dachstühle verschwellt, so sind zwei übereinander stehende Stuhlpfosten durch Pfette, Balken und Schwelle voneinander getrennt. Diese drei Langhölzer, welche zusammen mindestens 50 bis 60 cm Höhe haben, verringern diese Abmessung durch das Eintrocknen und die Pressung. Hierdurch wird aber eine Senkung der oberen Stuhlpfetten u. s. w. hervorgerufen, und dieser können die im ganzen durchgehenden Sparren, die durch die auf den Stühlen ruhenden Gebälke gestützt werden, nicht folgen, wodurch notwendig Störungen des ganzen Verbandes hervorgebracht werden müssen. Es muß daher schon aus diesem Grunde die Schädlichkeit einer solchen Anordnung zugegeben werden, ganz abgesehen von der sehr beschwerlichen Erneuerung dieser, dem Verfaulen sehr ausgesetzten Verbandstücke.

Als Ergebnis der vorstehenden Bemerkungen giebt nun Moller für die Konstruktion von Turmspitzen folgende allgemeine Regeln, und zwar:

A. In Hinsicht der Festigkeit.

1) Man setze das Zimmerwerk der Turmspitze unmittelbar auf den oberen Teil der Mauer, so daß die Holzkonstruktion ganz für sich besteht, und das Mauerwerk keine weitere Verbindung mit ersterer hat, als daß es ihr zur Unterlage dient;
2) das Innere des Turmdaches werde möglichst leicht konstruiert, und man verstärke dagegen die äußeren Dachwände;
3) die langen und schweren sogenannten Helmstangen sind wegzulassen und auf eine kurze Hängesäule zum Tragen des Knopfes und zum Ansetzen der Sparren zu beschränken;
4) die Eckpfosten oder Gratsparren dürfen nicht durch horizontale Hölzer unterbrochen, sondern sie müssen, wenn sie zu kurz sind, unmittelbar verlängert werden, so daß Hirnholz auf Hirnholz zu stehen kommt;
5) die äußeren Dachwände sind so zu verbinden, daß sie keinen Seitendruck ausüben, sondern nur lotrecht auf die Mauer wirken können;

6) dieſelben ſind durch horizontale Verbindungen (Kränze) in gewiſſen, nicht zu großen Entfernungen ſo abzuſchließen, daß dadurch die Turmpyramide in mehrere kleine, abgeſtumpfte Pyramiden abgeſchloſſen wird.

B. Hinſichtlich der Dauerhaftigkeit.

1) Alle Zapfenlöcher, in denen ſich das Waſſer ſammeln könnte, ſind zu vermeiden; wo dieſes nicht möglich iſt, müſſen ſie unten geſchlitzt werden, damit das Waſſer ablaufen (oder wenigſtens die Luft zum Trocknen eintreten) kann;

2) alle Mauerlatten und Balken dürfen nicht eingemauert werden, ſondern müſſen nur auf der Mauer aufliegen.

3) der Luftzug iſt zu befördern.

C. Hinſichtlich der Ausbeſſerungen.

1) Alle Hölzer ſind ſo zu verbinden, daß die ſchadhaften leicht fortgenommen werden können, mithin müſſen die Gebälke, Sparrenbalken u. ſ. w. nicht unter die Hauptpfoſten der Eckſparren gelegt werden, ſondern neben dieſelben;

2) bei größeren Türmen iſt jedesmal, außer den Eckſparren, noch eine von ihnen unabhängige Unterſtützung anzubringen, ſo daß durch dieſe, ſowohl beim Aufſchlagen als bei Reparaturen, die Feſtigkeit des Ganzen geſichert wird und ſie zugleich zum Gerüſt dienen kann;

3) die unter A 6 erwähnten Kränze ſind ſo einzurichten, daß ſie als innere Galerien oder Gänge für die Bauarbeiter dienen können;

4) in jedem Stockwerk (des Daches) iſt wenigſtens eine Fenſteröffnung anzubringen, um jeden Schaden des Dachwerkes leicht erkennen zu können.

Die Fig. 1 bis 9, Tafel 62, ſtellen die von Moller entworfene Turmſpitze der Kirche zu Friedrichsdorf mit wenigen ganz unweſentlichen Abänderungen dar und wir bemerken dazu nur noch kurz folgendes:

Um in der Mitte eine freie Öffnung auch in der unterſten Balkenlage zu bekommen, gehen nur vier der Balken ganz durch, ſind in den Kreuzpunkten überblattet und treffen auf die Ecken der achtſeitigen Pyramide. In dieſen Balken ſtehen die acht Eck- oder Gratſparren der Pyramide mit Zapfen, deren Zapfenlöcher durchgeſchlitzt ſind. Zwiſchen dieſen Gratſparren ſind auf jeder Seite zwei Leerſparren angeordnet, die auf Stichbalken und ſo ſtehen, daß ihre Horizontalprojektionen ſenkrecht zu den Seiten der Grundfigur ſind.

Die Anordnung des unterſten Gebälkes zeigt Fig. 3. Es ruht auf einem doppelten Mauerlattenkranze, der in Fig. 4 dargeſtellt iſt. Die acht Hauptſparren, welche, wenn ſie nicht in ganzer Länge zu haben ſind, in verſchiedenen Höhen durch das einfach verbolzte Blatt verlängert und die bei der 23 m über dem Mauerwerk hohen Spitze 25 bis 30 cm ſtark genommen wurden, bilden vier große Dreiecke, ABS, CDS, EFS und GHS, die durch fünf Zwiſchengebälke, deren Balken mit den Eckſparren ſeitwärts verkämmt und verbolzt ſind, in ſechs Stockwerke oder ebenſo viele ähnliche kleinere Dreiecke geteilt ſind.

Von den Balken dieſer Stockwerke liegen immer nur die beiden parallel laufenden in einerlei Ebene und ſind mit den anderen beiden verkämmt und verbolzt, wie ſolches aus dem Durchſchnitte Fig. 1 und den Grundriſſen der verſchiedenen Stockwerke, Fig. 5 bis 9, hervorgeht. Hierdurch iſt das Innere der Pyramide möglichſt frei geblieben und doch eine große Feſtigkeit erzielt, indem die langen Linien der Hauptſparren auf ſehr wirkſame Weiſe in kurzen Entfernungen mit den in ſich ſelbſt unverſchieblichen Gebälken verknüpft ſind.

Oberhalb lehnen ſich die Hauptſparren an eine, nur durch die beiden oberen Stockwerke reichende Helmſtange, die von den Balken der unteren ſchloßartig umfaßt wird.

Um eine Bewegung der Eckſparren zu verhindern und um zugleich den Leerſparren eine weitere Unterſtützung zu gewähren, ſind in jedem der drei unteren Stockwerke vier Andreaskreuze angeordnet, die abwechſelnd ſtehen und deren Schwellen auf die Gebälke aufgekämmt ſind Die Pfetten dieſer Andreaskreuze ſind ſeitwärts in die Hauptſparren etwas eingelaſſen und mit ihnen verbolzt, ſo daß dieſe hierdurch eine Seitenverbindung in den Dachflächen und eine weitere Unterſtützung erhalten, als die iſt, die ihnen die Stockwerkbalken gewähren. Ebenſo ſind die Gebälke zweifach unterſtützt, einmal durch die Hauptſparren und dann durch die Pfetten der Andreaskreuze des unteren Stockwerkes. Hierdurch wird aber, neben einer vergrößerten Feſtigkeit und einer gleichmäßigen Verteilung der Laſt, noch der Vorteil erlangt, daß durch die Schwellen und Pfetten der Andreaskreuze die Gebälke die für die Unverſchieblichkeit erforderlichen Dreiecksverbindungen erhalten, und daß die Andreaskreuze ein Gerüſt beim Aufſchlagen des Zimmerwerkes bilden.

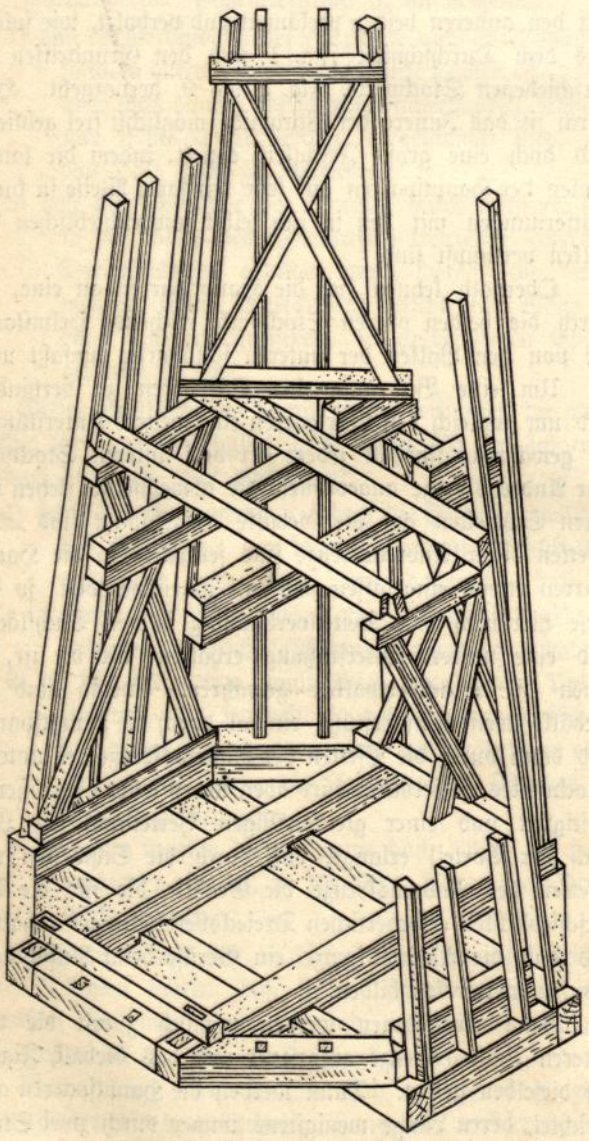
Beim Aufſchlagen werden nämlich zuerſt die vier unteren Andreaskreuze aufgeſtellt und das Gebälk, Fig. 5, auf dieſelben gelegt. Dann werden die Hauptſparren aufgerichtet, deren Länge wenigſtens immer durch zwei Stockwerke reicht, ſo daß vier der Sparren bei jedem Stockwerke durchgehen und die vier übrigen dazwiſchen geſtoßen werden. Sind die vier durchreichenden Sparren mit den Pfetten der Andreaskreuze und den betreffenden Balken

verbolzt, so kann man die Andreaskreuze des nächsten Stockwerkes aufstellen, dann die zurückgebliebenen vier Sparren aufsetzen und nun wie vorhin verfahren, so daß ein besonderes Gerüst erspart wird. Die in jedem Gebälke bleibende, mittlere Öffnung erlaubt außerdem ein Heraufziehen der einzelnen Verbandstücke im Innern des Turmes.

Fig. 2, Tafel 62, zeigt die äußere Ansicht des Zimmerwerkes, bei der aber, der größeren Deutlichkeit wegen, die Leersparren zum Teil fortgelassen sind.

Fig. 600[1]) wird die gesamte Anordnung mit Balkenlagen, Kreuzen und Sparren verdeutlichen.

Fig. 600.



Nach denselben Grundsätzen ist die Holzkonstruktion des von Otzen in Berlin entworfenen neuen Turmhelmes

1) Nach Krauth und Meyer, Das Zimmermannsbuch.

der Nikolaikirche in Flensburg ausgeführt, welche auf Tafel 63, Fig. 1 bis 9, dargestellt ist.[1]) Derselbe mußte auf die alten Turmmauern aufgesetzt werden, die kein Quadrat, sondern ein Rechteck von 11,6 zu 12,6 m bilden. Diese Unregelmäßigkeit, sowie die der schiefen Ecken wurde durch die vier Ecktürmchen maskiert, die den großen oktogonen Helm flankieren. Die Unterbauten dieser Ecktürmchen sind nach Otzens Angabe aus dem Grunde massiv gehalten, weil sie eine Verbindung der isolierten Giebel bis auf halbe Höhe derselben herbeiführen, und, durch nach Innen liegende Strebepfeiler verstärkt, einen festen Mauerring darstellen, der eine weitere Unterstützung der Giebel unnötig erscheinen läßt.

Unterhalb der Giebel ist das alte Mauerwerk durch einen neuen Mauerkranz in Cementmörtel abgedeckt und mittels acht Stück durchgehender I-Schienenanker fest zusammengehalten. Dieselben bilden zugleich die Mauerlatten für die unterste Balkenlage des ganzen Helmes, dessen Gewicht auf diese Weise gleichmäßig auf die alten Mauern übertragen wird. Der Helm steht frei, damit nicht vorkommende Erschütterungen dem Giebelmauerwerk von Nachteil sein können.

Der 50 m hohe Helm ist durch 11 Balkenlagen in eben so viele Etagen geteilt von 3,5 bis 5 m Höhe. Mit der zweiten und dritten Balkenlage sind die Helme der Ecktürmchen sehr solid verbunden, Fig. 3. Von der Spitze herab bis einschließlich der fünften Balkenlage sind die beiden rechtwinkelig übereinanderliegenden Balkenpaare der Etagen im stande, sich ohne weitere Unterstützung als die vorhandene zu tragen. Da jedoch die freie Legweite der Balken nach unten immer mehr zunimmt und in der vierten Balkenlage schon 7 m beträgt, welche sich bis zur untersten auf 9 m steigert, so sah man sich veranlaßt, den vier untersten Balkenlagen eine Zwischenunterstützung zu geben. Dadurch entstand der pyramidale Inbau, der aus vier 4fachen Pfosten besteht, die auf verdübelten Balken aufsitzen, durch acht Paar Streben abgesprengt und mittels der Balkenlagen verbunden und verbolzt sind. Dieser Inbau giebt den durch die gekuppelten Pfosten greifenden Balken der zweiten bis vierten Balkenlage eine äußerst sichere Lage. Die Dachflächen sind mit rotem englischen Schiefer gedeckt.

Bei noch größeren Konstruktionen dieser Art wird es nötig, außer den Gratsparren noch andere, von diesen unabhängige Stützen für die Gebälke anzuordnen, damit man einen etwa schadhaft gewordenen Gratsparren durch einen neuen ersetzen kann, ohne die Festigkeit der Stockwerksgebälke zu gefährden. Diese Stützen stehen hinter

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins in Hannover, Jahrgang 1878.

den Gratsparren in einiger Entfernung von denselben, aber in den Ebenen der Dreiecke, die zwei einander diagonal gegenüberliegende Gratsparren bilden, und sind mit den Gebälken auf dieselbe Weise, wie die Gratsparren selbst, verbunden. Sie lehnen sich ebenfalls an die kurze Helmstange und ersetzen auf weit zweckmäßigere Weise die mehrfachen Stockwerke von liegenden Dachstühlen der früher gerügten Konstruktionsweise.

Die Frage, ob eine Verankerung des Turmhelmes mit dem Turmmauerwerk wünschenswert oder notwendig sei, ist in neuerer Zeit durch mehrfach vorgekommenen Absturz von Turmhelmen eingehend erörtert worden.[1] Wenn auch die Anschauungen geteilt sind, und sich heute noch viele Techniker dem von Moller aufgestellten Grundsatz der Nichtverankerung anschließen, so ist doch für die Beurteilung der Frage folgendes als feststehend anzunehmen:

1) Die alten Türme sind mit einem großen Holzaufwand aus Eichenholz konstruiert und besitzen ein großes Eigengewicht;
2) die neuen Turmhelme erfordern einen viel geringeren Holzaufwand, und werden aus dem leichten Tannenholz hergestellt, so daß sie ein wesentlich geringeres Eigengewicht besitzen als die alten Turmhelme;
3) die schlanken in Eisen hergestellten Turmhelme werden ihres geringen Eigengewichtes wegen stets mit dem Turmmauerwerk verankert, genau, wie auch die hohen eisernen Viaduktpfeiler mit dem Unterbau verankert werden;
4) auch hölzerne Turmhelme sind in neuerer Zeit vielfach mit dem Turmmauerwerk verankert worden;
5) weder bei den eisernen noch bei den hölzernen verankerten Turmhelmen sind bisher irgend welche schädliche Einwirkungen auf das Mauerwerk bekannt geworden;
6) die Holzkonstruktion der neueren Helme hat annähernd dasselbe Gewicht wie die Schalung und Schieferung zusammen; dabei ist zu beachten, daß das Helmgerüst in den unteren Teilen stark durchbrochen ist, dagegen nach der Spitze hin eine mehr und mehr geschlossene Fläche dem Winde darbietet;
7) für die Fertigstellung der Spitze sind meist umfangreiche Gerüste nötig, die den Angriffspunkt der Windresultierenden erheblich nach oben rücken;
8) die große Masse des Schiefers und der Schalung befindet sich im unteren Teil des Helmes, belastet diesen somit sehr stark und trägt wesentlich und erheblich zu dessen Standfestigkeit bei;
9) während des „Richtens," und vor Aufbringung der Dachdeckung ist mit Rücksicht auf die vorstehend angeführten Verhältnisse die Standfestigkeit des Helmes thatsächlich eine ungenügende, so daß die Verankerung als unbedingt erforderlich bezeichnet werden muß, wenn die genügende Sicherheit gegen Stürme geboten sein soll;
10) eine vorübergehende Verankerung ist umständlich und schwierig auszuführen, und wohl nicht erheblich billiger als die dauernde Verankerung, welch' letztere aber den großen Vorteil bietet, daß sie dem Helm eine vermehrte Sicherheit gegen den Umsturz bietet und dessen Standsicherheit auch bei späteren Umdeckungen oder Neudeckungen gewährleistet.

Es dürfte somit die Verankerung als zweckmäßig zu empfehlen sein, wobei jedoch die Anker im Mauerwerk liegen und möglichst tief in dasselbe eingreifen müssen, um eine genügende Mauermasse zu fassen.

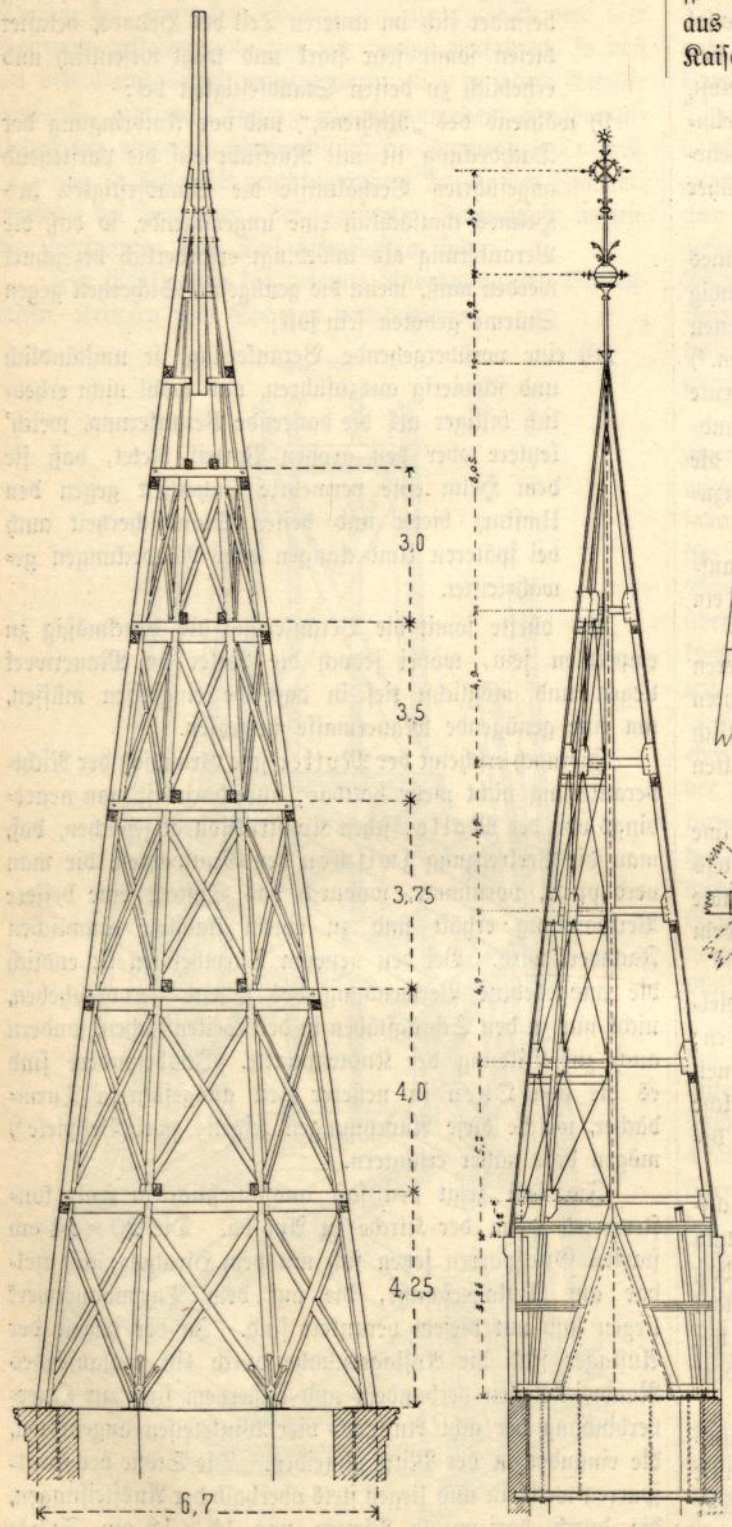
Hiernach erscheint der Moller'sche Grundsatz der Nichtverankerung nicht mehr haltbar; auch darin ist man neuerdings von der Moller'schen Konstruktion abgewichen, daß man die Verkreuzung zwischen den Gratsparren, die man verdoppelt, vornimmt, wodurch das System eine bessere Verspannung erhält und zu einem stabilen räumlichen Fachwerk wird. Bei den neueren Turmhelmen ist endlich die ausgedehnte Verwendung des Eisens hervorzuheben, nicht nur zu den Schrägstäben in den Seitenflächen, sondern auch zur Bildung der Knotenpunkte. Insbesondere sind es die von Otzen in neuerer Zeit ausgeführten Turmdächer, welche diese Anordnungen zeigen; zwei Beispiele[1] mögen dies näher erläutern.

Fig. 601 zeigt den fast ausschließlich in Holz konstruierten Helm der Kirche zu Apolda. Die 20×24 cm starken Gratsparren setzen sich mit dem Hirnholz unmittelbar auf Auflagerschuhe, die auf dem Turmmauerwerk liegen und mit diesem verankert sind. In der Ebene der Auflager sind die Auflagerschuhe durch ein umlaufendes Randwinkeleisen verbunden, und außerdem sind zur Querverbindung der acht Auflager vier Winkeleisen angeordnet, die einander in der Mitte schneiden. Die Stöße der Gratsparren wechseln und liegen stets oberhalb der Aussteifungen, die durch horizontale Pfetten von 15×18 cm Stärke hergestellt werden. Die Pfetten bilden geschlossene Polygone und sind in die Gratsparren eingesetzt. Die 18×18 cm

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1895, S. 481. Deutsche Bauzeitung 1895, S. 382, 393, 415, 477. Handbuch der Architektur, III. Tl., Bd. 2, Heft 4, S. 144. Mohrmann-Ungewitter, Lehrbuch der gotischen Konstruktionen, S. 615.

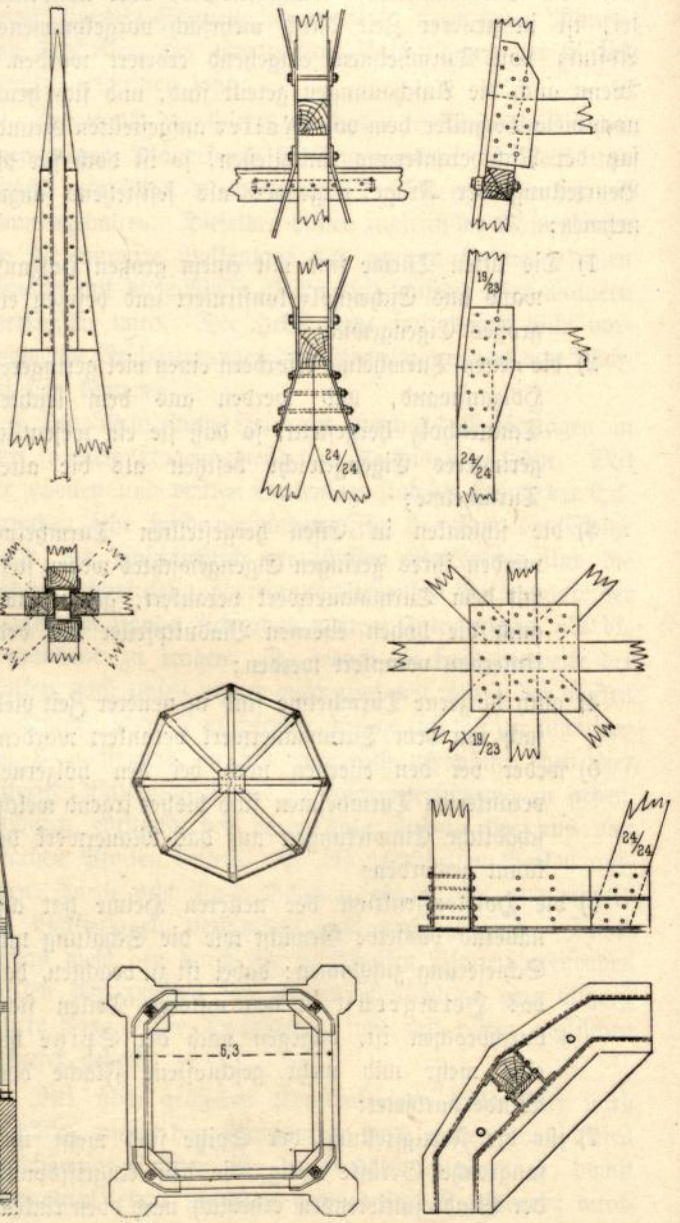
1) Handbuch der Architektur, III. Tl., Bd. 2, Heft 4, S. 170.

Fig. 601.



starken Streben bilden Andreaskreuze, die in der Kreuzung miteinander vernagelt sind. Auf den Pfettenringen ruhen je zwei Paar parallele Balken, die sich unter rechtem Winkel kreuzen und unter sich und auch mit den Gratsparren verbolzt sind. Die Gratsparren setzen sich in den aus vier Hölzern von 18 × 18 cm Querschnitt bestehenden Kaiserstiel, der etwa 6 m unter den Anfallspunkt der Gratsparren herabreicht; er ist mehrfach durch Winkeleisen gefaßt, die sich unter rechtem Winkel schneiden.

Fig. 602.



Eine ausgedehnte Verwendung des Eisens zeigt der Turm der Lutherkirche in Berlin, Fig. 602.

Hier setzen sich vier von den acht Gratsparren auf Giebeldreiecke, während die anderen vier Gratsparren bis zu derjenigen Auflagerebene hinabreichen, auf welche sich auch die Streben der Giebeldreiecke setzen. In der Höhe der Giebelspitzen ist eine achteckige Scheibe durch umlaufende Ringhölzer und vier querlaufende Balken gebildet, und hierauf ruht nunmehr die achtseitige Pyramide, bei der die Sparrenfelder durch Flacheisen ausgekreuzt sind, und außerdem sind über den Pfettenkreuzen jeweils die vier einander kreuzenden Balken angeordnet. Die Ausbildung der Knotenpunkte ist aus den beigegebenen Abbildungen ersichtlich.

Bei kleineren Helmen können die Andreaskreuze fehlen und die Konstruktionshölzer auf die Gratsparren und die wagrechten Balkenlagen beschränkt werden. Ein hübsches Beispiel giebt der Turmhelm der Kirche in Helba in Thüringen,[1]) der, mit vier kleinen Türmchen flankiert, sich auf einem in Holz konstruierten quadratischen Obergeschoß erhebt, und in der architektonischen Gestaltung den Charakter der Kirchen des Werrathales und der angrenzenden fränkischen Bezirke aus dem 16. Jahrhundert zeigt.[2])

Viele Türme aus der romanischen Bauperiode haben eigentümlich gestaltete Dächer, wovon Fig. 11, Tafel 64, ein allgemeines Bild giebt. Man kann sich diese Form dadurch entstanden denken, daß über einer quadraten Grundfigur eine vierseitige Pyramide aufgestellt wird, deren Grundlinien gleich und parallel den Diagonalen des ersten Quadrates sind. Es entstehen auf diese Weise über den vier Seiten des Turmes ebenso viele Giebelfelder, und das Dach selbst erscheint als aus vier Rautenflächen zusammengesetzt.

Die Fig. 1 bis 10, Tafel 64, zeigen ein solches Dach.

Fig. 1 ist der Grundriß der untersten Balkenlage. Zwei Hauptbalken gehen nach den Diagonalen der Grundfigur durch, um mit den bis an die unteren Giebeldecken reichenden — die Mitte einer Raute bildenden — Sparren zwei feste vertikale Dreiecke zu bilden. Diese Hauptbalken liegen auf vier kürzeren, die die Mitten der Seiten der Grundfigur verbinden, so daß die ersteren durch Sattelhölzer an den Enden so verstärkt sind, daß sie mit den kürzeren Balken auf den ringsum laufenden doppelten Mauerlatten aufgekämmt werden können.

In der Höhe der Giebelspitzen liegen ebenfalls zwei durchgehende Balken, jedoch parallel mit den Seiten der Grundfigur des Turmes. Sie dienen den vier Gratsparren, die von den Giebelspitzen aufsteigen, als Basis und bilden mit diesen wieder zwei feste Dreiecke, die sich mit den erstgenannten in der Achse des Turmes durchdringen. Fig. 4 zeigt einen Horizontalschnitt in der Höhe der Giebelspitzen.

Auf den ebengenannten Balken liegen, parallel zu den Diagonalen der Grundfigur, vier Pfetten, welche die langen Hauptsparren und die Schiftsparren der Dachseiten unterstützen. Diese Pfetten, die in den Fig. 3a und 3b im Durchschnitt erscheinen, sind durch vier vertikale, auf den unteren Hauptbalken stehende Pfosten unterstützt, die in der Mitte ihrer Höhe noch einmal durch Zangen mit den langen Hauptsparren verbunden sind und so auch diese stützen.

In der Mitte der Giebelfelder stehen vier vertikale Pfosten, auf denen die Kehlbalken ruhen und gegen welche sich die Ortsparren anschiften. In Fig. 2, die die Giebelfelder im Durchschnitt, das Holzgerüst der Turmspitze aber in der vorderen Ansicht zeigt, werden diese Pfosten und die erwähnten Ortsparren sichtbar. Auch ist aus dieser Figur ersichtlich, wie die rautenförmigen Dachflächen durch die langen Hauptsparren, die Grat- und Ortsparren gebildet werden, und wie sich die Schiftsparren an die Ort- und Gratsparren anschmiegen.

Um die von den langen Hauptsparren gebildeten großen Dreiecke nochmals zu teilen, gehen in der Höhe der Giebelspitzen horizontale Zangen von einem Sparren zum gegenüberliegenden, die an die Hauptsparren angeblattet sind, aber in verschiedenen Höhen liegen, um ohne Schwächung sich kreuzen zu können. Diese Anordnung ist aus den Fig. 3a und 3b ersichtlich, die zwei halbe, in eine Ebene ausgebreitete Diagonaldurchschnitte zeigen.

Die Spitze ist durch einen kurzen Kaiserstiel gebildet, der durch Zangen gehalten wird, die von den Grat- und Hauptsparren ausgehen. Auch diese vier Zangen liegen in verschiedenen Höhen, wie solches die Fig. 2 und 3 zeigen, und umschließen den Kaiserstiel schloßartig, wie dies aus der Horizontalprojektion in Fig. 6 hervorgeht.

In den unteren Winkelspitzen der Rautenfelder trifft jeder Hauptsparren mit zwei Ortsparren zusammen, und wie hier die Verbindung hergestellt ist, zeigt Fig. 3c in der äußeren, Fig. 8 in der inneren Ansicht und Fig. 7 in einer isometrischen Projektion, während Fig. 9 den zur Anwendung gekommenen Gabelbolzen darstellt. Fig. 10 zeigt endlich einen normalen Querschnitt eines der Ortsparren mit seiner Fase, welche in der rautenförmigen Dachfläche liegt.

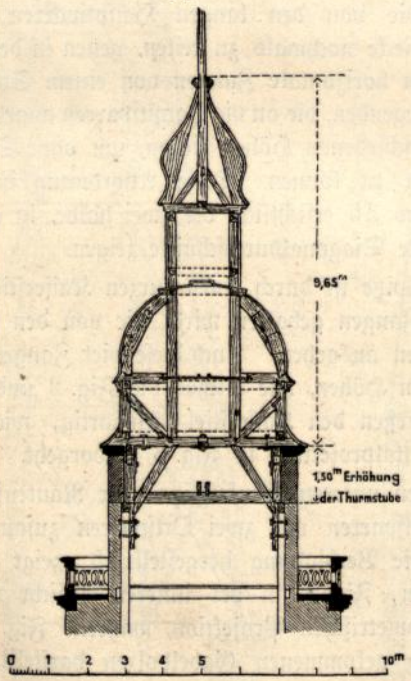
Zeltdächer, aus nach beliebigen Linien geschweiften Dachflächen bestehend, wie die Fig. 3, 6, 8 und 20, Tafel 19, solche darstellen, sind nur über ganz regelmäßigen Grund-

1) Neumeister und Häberle, Die Holzarchitektur.
2) Deutsche Bauzeitung 1886.

figuren anwendbar und gehören meistens dem Renaissance- und Rokokostil an.

Die Form mag sein, welche sie will, immer ist der Kern der Konstruktion eine gewöhnliche Pyramide, und die geschwungenen und gebogenen Flächen werden durch entsprechend zugeschnittene Hölzer, die man auf den geraden Sparren der inneren Pyramide befestigt, dargestellt. Da die Dächer gewöhnlich nur klein sind, so ordnet man einen durch die ganze Höhe reichenden Kaiserstiel an und lehnt gegen diesen die nötige Anzahl gerader Gratsparren. Dieselben werden durch horizontale Zangen, die zugleich den Kaiserstiel umfassen verbunden, und letztere geben, wenn man sie über die Gratsparren hinaus verlängert, Gelegenheit, die nötigen Dachpfetten auf ihnen zu befestigen, die wiederum den geschweiften oder gebogenen Außensparren zur Stütze dienen. Die Dächer sind daher meistens Pfettendächer, und wenn die Seiten der Grundfigur so groß sind, daß die Pfetten zwischen den Gratsparren noch einer weiteren Unterstützung bedürfen, so werden auf den Mitten dieser Seiten ebenfalls gerade Bindersparren aufgestellt, die entweder gegen den Kaiserstiel angeschiftet oder in Wechsel eingezapft werden können, die man in angemessener Höhe zwischen den Gratsparren anbringt.

Fig. 603.



Tafel 65, Fig. 1 bis 2, zeigt als Beispiel die Konstruktion einer Dachhaube, die einer weiteren Erläuterung nicht bedarf, da in beiden Projektionen dieselben Konstruktionshölzer durch gleiche Buchstaben bezeichnet sind.

Fig. 603 giebt die achtseitige Turmhaube vom Rathaus in Münsterberg in Schlesien mit Laternenaufsatz mit Zwiebelhaube. Die Konstruktion sitzt auf zwei sich rechtwinkelig schneidenden Balken, in welche sich Wechsel unter 45° einsetzen, die dann die über Eck gelegten Stichbalken aufnehmen. Auf diesen radial liegenden Balken stehen die acht Ständer, die oben den Laternenring tragen und gegen die sich die Kuppelsparren aus Bohlenbogen anlehnen. In der oberen Zwiebelhaube bilden entsprechend ausgeschnittene Bretter die Sparren.[1])

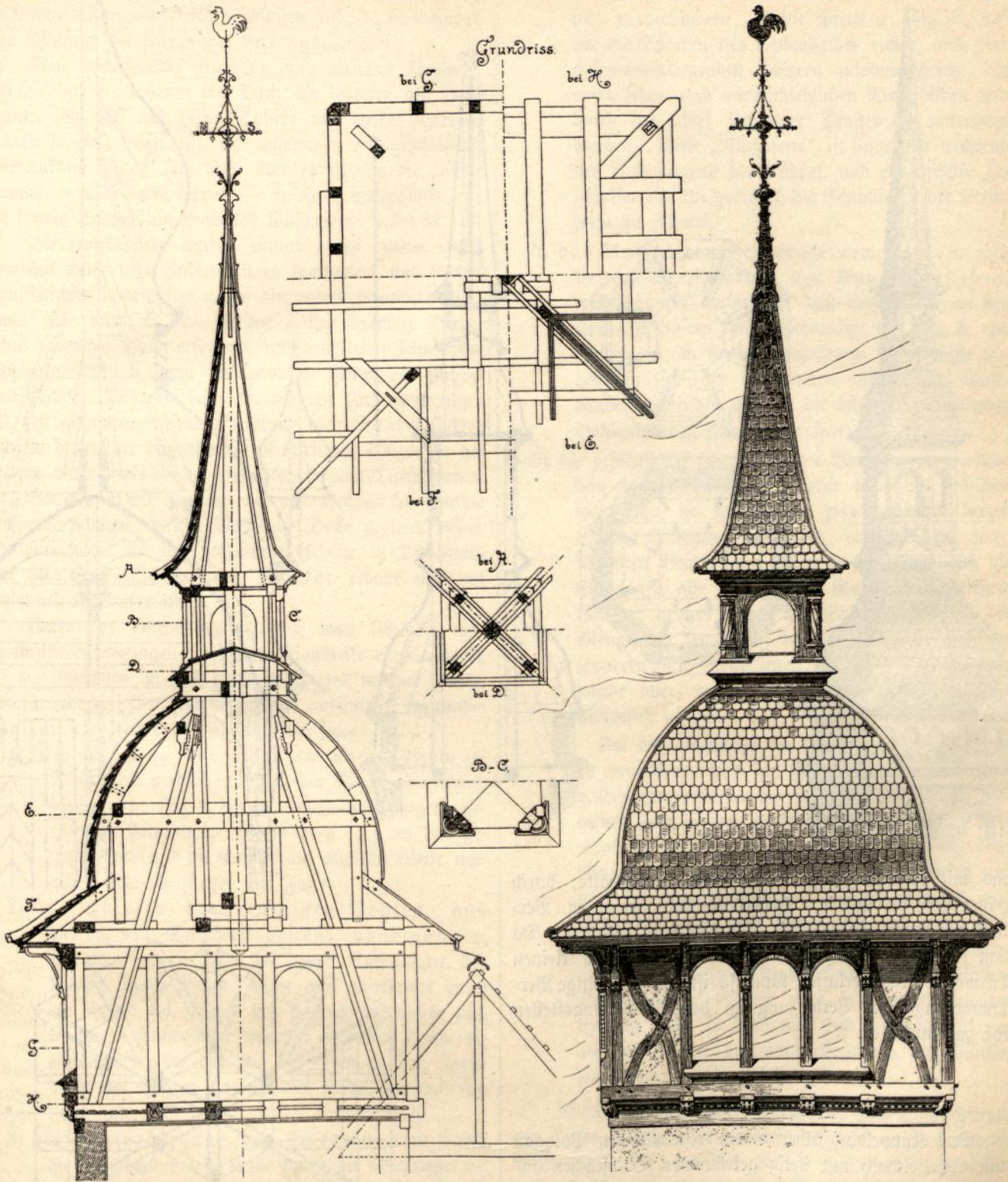
Erhebt sich die Dachhaube auf einem in Riegelfach konstruierten Geschoß, so kann es vorteilhaft sein, die Verstrebungen bis zum Boden dieses Geschosses hinabzuführen und so den ganzen Holzaufbau zu einem einheitlichen System zusammenzufassen. Eine solche Anordnung zeigt Fig. 604 von einem Turme einer Villa bei Berlin.[2]) Das in Riegelfach erstellte Obergeschoß des Turmes ruht auf einem Gebälk mit Gratstichbalken — Grundriß bei H —, die die vier diagonal stehenden Streben aufnehmen. Diese setzen sich oben mit doppelter Versatzung in vier Ständer, welche den Laternenaufsatz bilden, und auf dem oberen Turmgebälk aufstehen. Diagonale Zangen und Pfosten, die auf quer gelegten Hölzern aufruhen, unterstützen die Zwischenpfetten der Bohlensparren, während die oberen Pfetten auf Knaggen aufliegen, die an den Streben befestigt sind. Der obere spitze Turmhelm besitzt einen Kaiserstiel, der bis zum Turmgebälk hinabgeht und durch eine Anzahl Doppelzangen mit den übrigen Konstruktionsteilen fest verbunden ist.

Fig. 605[2]) zeigt eine kleine Dachhaube mit doppeltem Laternenaufsatz von einem Nürnberger Privathause, und Fig 606[2]) die Dachhaube eines Gartenhäuschens; beide Konstruktionen dürften aus den Zeichnungen in allen Teilen verständlich sein.

Hierher gehören noch die sogenannten Dachreiter, d. h. kleine Türme, die auf dem Dach sitzen, oder, wie man sich ausdrückt, darauf „reiten“; Fig. 3, 5 und 7, Tafel 65, zeigen einige Beispiele. Diese kleinen Türme ragen mit ihren lotrechten Umfassungswänden aus der Hauptdachfläche heraus und diese bildet somit an jenen sogenannte Dachanstöße, deren Konstruktion im ersten Teil dieses Handbuches besprochen ist. Die Dächer der Türmchen sind Zelt- oder Helmdächer, und es ist deshalb nur noch zu zeigen, wie die Eckpfosten des Dachreiters mit der Dachkonstruktion verbunden werden müssen, um an letzterer eine Stütze zu finden. Sind die Dachbalken gehörig von unten durch Scheidewände u. s. w. unterstützt, so wird die Sache keine Schwierigkeit haben, und ist dies nicht der Fall, so wird man sich durch Hängewerke zu helfen suchen,

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1891.
2) Neumeister und Häberle, Die Holzarchitektur.

Fig. 604.



deren spezielle Anordnung aber immer von den in jedem einzelnen Fall gegebenen Bedingungen abhängen wird.

Fig. 3 bis 6, Tafel 65, stellen in der Ansicht, dem Durchschnitt und zwei Grundrissen einen einfachen Dachreiter dar. Er besteht im wesentlichen aus vier Eckpfosten oder Hängesäulen, die vom Dachgebälk bis zum Schwellenkranz reichen, auf dem die Giebel des Dachreiters aufsitzen. Diese Hängesäulen sind durch Streben abgesprengt

Fig. 605.

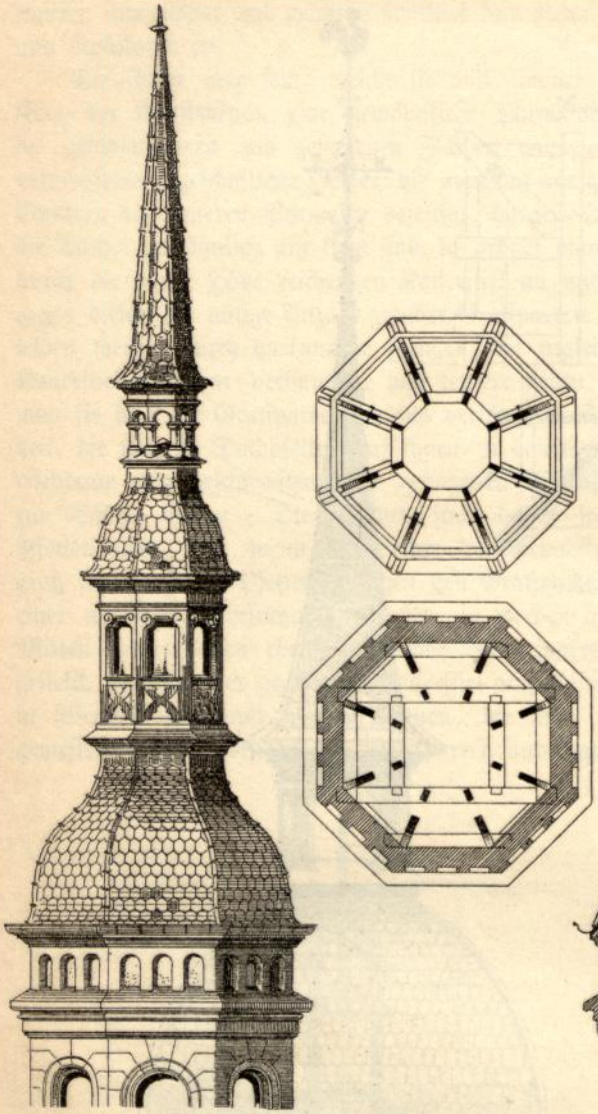
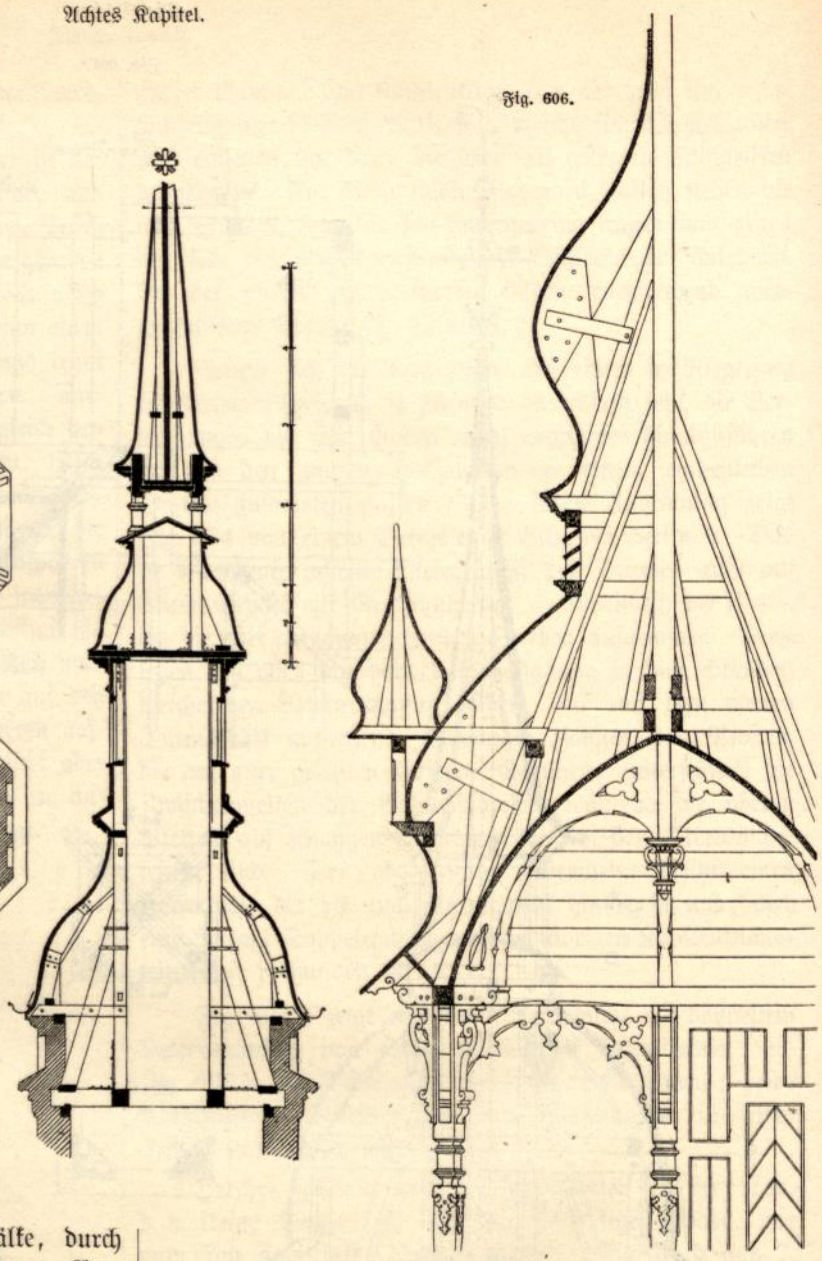


Fig. 606.

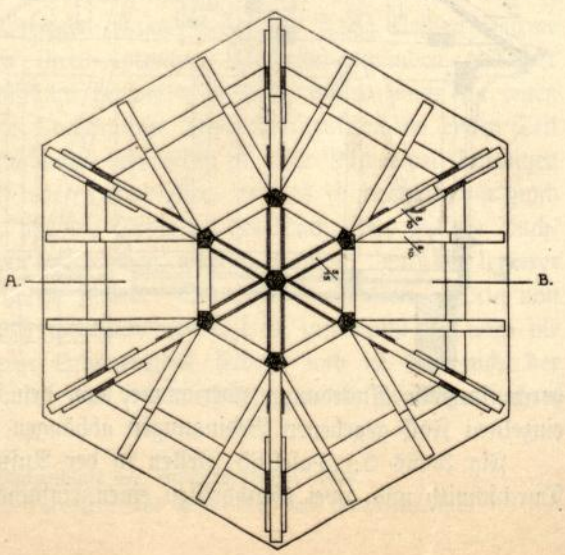


und mit dem Überzuge, bezw. dem Dachgebälke, durch Hängeeisen verbunden. Außerdem sind sie gegen Verschiebung durch Riegel und Andreaskreuze gesichert. Da man sich auf die Holzverbindungen allein bei solch' kleinen Türmchen nicht verlassen kann, so ist eine sorgfältige Verklammerung und Verbolzung an den Verbindungsstellen sehr zu empfehlen.

§ 16.

Kuppeldächer.

Das Kuppeldach über einem regelmäßigen Polygon kann als Zeltdach mit stetig gekrümmten Dachflächen angesehen werden. Als Erzeugungslinie der verschiedenen Kuppelformen wird nicht nur der Halbkreis, sondern auch der Spitzbogen und die Ellipse gewählt. Die Kreisform giebt der Kuppel nicht allein ein gedrücktes Aussehen,



sondern erschwert auch das dichte Eindecken am Scheitel, wo die Kuppeln übrigens selten geschlossen sind, da sie meistens eine Öffnung, die sogenannte Laterne, besitzen.

Man unterscheidet äußere und innere Kuppeln, von welchen die ersteren als Dach, die letzteren als Decke dienen, Fig. 607 und 608. Äußere und innere Kuppeln können in Holz hergestellt, und zusammen eine geschlossene Konstruktion bilden, Fig. 608, oder es ist nur die äußere Kuppel — als Schutzkuppel — in Holz ausgeführt und die innere Kuppel als Gewölbe konstruiert, Tafel 67.

Die Holzkuppeln werden entweder aus vollem Holze oder mit Hilfe von Bohlensparren konstruiert und letztere Konstruktionsweise besitzt gegen die erstere besondere Vorzüge. Sie wird in den meisten Fällen leichtere Dächer geben, weniger Holz erfordern und wohlfeiler sein. Die Bohlenkonstruktion giebt die gewölbte Form der Kuppel unmittelbar, während man im anderen Fall gezwungen ist, erst geradlinige oder gebrochene Gespärre aufzustellen und an diesen die bogenförmig bearbeiteten Hölzer zu befestigen, ähnlich wie bei den Helmdächern oder Turmhauben.

Betrachten wir zunächst die aus Bohlen konstruierte einfache Kuppel, welche Dach und Decke zugleich bildet, wie eine solche an der katholischen Kirche in Darmstadt von 33,5 m Durchmesser von Moller erbaut und auf Tafel 66 abgebildet ist.

Unter der Voraussetzung, daß man sich die verschiedenen Bewegungen der Konstruktionsteile einzeln denkt, die das Gebäude im Fall eines Einsturzes machen könnte, und für jede derselben eine Gegenkraft ausmittelt, begründet Moller seine Kuppelkonstruktion wie folgt:

1) Die Biegung der Sparren nach außen. — Diese wird verhindert durch die Ringe oder Gurtbänder bb, Fig. 2 bis 4, welche von jungem, gerissenem Eichenholze 10 cm hoch, 2,5 cm dick gemacht sind und die Kuppel auf ähnliche Weise umgeben, wie die Reifen ein Faß;

2) das Ablösen der einzelnen Bohlen, aus denen der Sparren besteht, voneinander, ist zwar zuerst und bis zum Aufschlagen der Kuppel durch Nägel, dann aber wirksamer durch die Kette dd, Fig. 2 bis 4, verhütet, welche aus trockenem Eichenholze gefertigt und von denen die einfachen 2,5 cm dick, die doppelten an den Stoßfugen der Bohlen 1,25 cm dick, beide aber 5,13 cm breit sind;

3) die Seitenbiegung der Sparren wird durch die Gurtbänder bb, sowie durch die Querriegel cc verhindert. Letztere haben außerdem den Zweck, beim Aufstellen der Bohlensparren, ehe die Gurtbänder bb angelegt werden, den Sparren die gehörige Stellung zu geben;

4) um die horizontale Verschiebung der Kuppel zu verhindern, ist die Pfette g, Fig. 2, auf der die Sparren des Seitendaches ruhen, aus zwei aufeinanderliegenden Hölzern zusammengesetzt, die einen festen und unverschieblichen Ring bilden und durch die schief stehenden Pfosten h unterstützt werden. Diese „Ringpfette" ist besonders während des Aufschlagens der Kuppel, und ehe dieselbe geschlossen ist, sehr geeignet, die Genauigkeit der Kreisform zu sichern;

5) das Aufspalten der einzelnen Bohlen, aus denen die Sparren der Kuppel bestehen, wird dadurch verhindert, daß unmittelbar an den Keilen d 50 cm lange Schrauben ee, Fig. 3, von rundem, 1 cm starkem, gezogenem Eisendrahte angebracht sind, die die inneren und äußeren Gurtbänder verbinden und so die dazwischen liegenden Bohlensparren zusammenpressen;

6) die gefährlichste Bewegung der Bohlensparren würde das ungleiche Setzen oder Senken derselben sein. Da sie aus vielen einzelnen und kurzen Stücken bestehen, so ist es, auch bei der sorgfältigsten Bearbeitung, nicht zu erreichen, daß die Stoßfugen alle mit gleicher Genauigkeit schließen. Bei der großen Länge der Sparren und bei der Menge der Fugen ist es also möglich, daß die Sparren sich etwas setzen werden. Dieses Setzen würde aber, wenn es ungleich stattfände, sehr nachteilig werden.

   Um diese Nachteile der Ungleichheit des Senkens zu vermeiden, sind die Gurtbänder bb mit ihrer halben Holzdicke in die Sparren eingelassen, dergestalt, daß sie mit der hohen Seite tragen. Jede Senkung der einzelnen Sparren kann auf diese Art nur bis auf das nächste Gurtband wirken und teilt sich durch dieses den übrigen Sparren mit, kann aber weder nach oben, noch nach unten fortwirken, sondern bleibt zwischen den nächsten oberen und unteren horizontalen Gurtbändern eingeschlossen. Da nun diese Gurten circa 1,75 m voneinander entfernt sind, so kann man sich die große Kuppel als aus lauter aufeinanderliegenden Kegelstücken, jedes von 1,75 m Höhe, denken.[1])

Die Hauptbogenrippen, welche bis zum Oberlichtkranz von 7,5 m Durchmesser greifen, bestehen an der unteren Hälfte aus fünf, an der oberen aus drei Brettstärken, während die etwa nur $^2/_3$ so langen Zwischensparren aus drei Bohlenlagen konstruiert sind, Fig. 1. Die Bohlen-

1) Moller, Beiträge zur Lehre von den Baukonstruktionen.

sparren oder Bohlenrippen bestehen aus circa 38 cm breiten, 5 cm dicken und 1,6 m langen Bohlenstücken.

Wir hätten es jedoch für zweckmäßiger gehalten, die Sparren der Kuppel anstatt aus drei und fünf Brettlagen beziehentlich nur aus zwei und drei stärkeren Brettschichten zu bilden, und an den Stößen der einzelnen Bohlenstücke kräftige Holzschrauben oder leichte Schraubenbolzen statt der Nägel zu verwenden. Denn die Keile d d sichern die Sparren wohl gegen ein seitwärtiges Ausweichen, daß sie aber das Trennen der einzelnen Bohlenlagen voneinander kräftig verhüten, müssen wir bezweifeln.

Die oben ad4 gegen eine horizontale Verschiebung der Kuppel erwähnten Sicherheitsmaßregeln lassen sich nur in dem sehr günstigen Fall, daß die Kuppel mit einem sich anlehnenden Pultdache umgeben ist, auf die angegebene Art anbringen, im anderen Fall wird man darauf verzichten müssen. Die Gefahr einer solchen Verschiebung dürfte indessen auch nicht groß sein, denn sie könnte wohl nur in einer schraubenförmigen Bewegung der Kuppel bestehen, der durch die sehr wirksame Verriegelung der Sparren kräftig entgegengearbeitet wird.

Auch das untere Auflager der Bohlensparren, die ringförmige Schwelle i i, hat nicht oft eine so günstige Lage, wie in dem vorliegenden Fall, in welchem das ihr zur unmittelbaren Unterlage dienende Stichgebälk, das durch die äußere Umfassungsmauer und durch die innere Säulenstellung gestützt wird, durch einen Kranz von Andreaskreuzen unverschieblich gemacht ist, Fig. 1, Tafel 66. Nur wenn außer der Umfangsmauer noch eine weitere Unterstützung im Inneren vorhanden ist, wird eine derartige Anordnung möglich. Im anderen Fall wird man sich begnügen müssen, eine möglichst breite, ringförmige Schwelle unmittelbar auf der Umfassungsmauer zu lagern und mit dieser durch 1 bis 1,5 m lange, eingemauerte, eiserne Anker in Entfernungen von 1,5 bis 2 m zu verbinden. Daß dergleichen Kuppeln, ohne durchgehende Dachbalken, auf die Umfangsmauern einen Horizontalschub ausüben, können wir nach dem über diesen Gegenstand früher Gesagten nicht bezweifeln, und es ist daher von Wichtigkeit, die Sparrenschwelle als einen möglichst festen Ring zu konstruieren. Denn wenn der Horizontalschub der Sparren im ganzen Umfange derselbe ist, was wir wohl voraussetzen dürfen, so hebt die Festigkeit dieses Ringes die Wirkungen desselben auf. Bei großen Abmessungen der Kuppeln wird man diesen Ring vielleicht aus zwei hintereinanderliegenden, krummgewachsenen Hölzern konstruieren können und dann auch hinlängliche Festigkeit erreichen. Ist aber der Kuppeldurchmesser kleiner, oder sind keine krummgewachsenen Hölzer zu haben, so konstruiert man den Ring aus Bohlen, ähnlich wie die Sparren. Da es indessen hierbei hauptsächlich auf die absolute Festigkeit des Ringes ankommt, so dürfte es wohl zweckmäßiger sein, denselben nach Art der Emy'schen Bohlenbogen aus hochkantig hintereinandergestellten, möglichst langen Dielen zu konstruieren und die äußere Dielenlage von Eichenholz zu nehmen. Ein solcher Ring, gehörig durch Bolzen und Bänder armiert, muß eine größere Festigkeit dem Zerreißen entgegensetzen, als ein auf die gewöhnliche Art, mit horizontalen, auf ihren breiten Seiten liegenden Dielen konstruierter.

Im oberen Teile der Kuppel lehnen sich die Sparren ebenfalls gegen einen horizontalen Ring, der aber mit rückwirkender Festigkeit zu widerstehen hat und daher aus liegenden Dielen gebildet werden muß. Die Sparren klauen auf und gegen diese Ringe und sind mit ihrer Breite etwas in dieselben eingelassen, um ihre Stellung in horizontaler Beziehung zu sichern.

Alles übrige der in Rede stehenden Konstruktion geht aus den auf Tafel 66 dargestellten Figuren so deutlich hervor, daß wir keine weitere Erläuterung zu geben brauchen; nur wollen wir noch das erwähnen, was Moller über die für die Dauerhaftigkeit der Konstruktion getroffenen Maßregeln anführt.

Er sagt: „Die Schwellen i i, Fig. 2, auf denen die Bohlensparren ruhen, sind von Eichenholz; die letzteren stehen mit ihren Füßen nicht in einem Zapfenloche, worin sich Regenwasser sammeln könnte, sondern in einer nach innen offenen und etwas abhängigen Vertiefung. Das Gebälk, das die Schwellen trägt, hat Zuglöcher, so daß es, wenn es auch einmal naß werden sollte, schnell trocknen kann. Zwischen den Köpfen der Sparren, zunächst der oberen Laterne, sind (in dem oberen Ringe) Zuglöcher in Form von durchbrochenen Rosetten angebracht; da nun unter den Seitendächern die äußere Seite der Kuppel nicht verschalt ist, so entsteht natürlich zwischen den Bohlensparren, deren Zwischenräume den Rauchröhren ähnliche, weite Kanäle bilden, ein beständiger Zugwind, welcher die Oberfläche des Holzwerkes bestreicht und zu seiner Erhaltung wesentlich beitragen muß."

Diese Vorsichtsmaßregeln sind gewiß zweckmäßig, und besonders ist auf die Herstellung eines guten Luftzuges zwischen der äußeren und inneren Verschalung große Sorgfalt zu verwenden. Es wird sich übrigens ein solcher doch immer anordnen lassen, wenn auch kein Nebendach mit der Kuppel verbunden sein sollte, wenn man nur durch passende Öffnungen (nötigenfalls durch kleine metallene Kappfenster) die äußere Luft mit der im Gebäude durch den Zwischenraum zwischen beiden Verschalungen in Verbindung zu setzen sucht.

Ein Kuppeldach von 12 m Weite über einer gewölbten Steinkuppel, wie es in neuerer Zeit in ähnlicher Größe nicht selten ausgeführt worden ist, zeigt Tafel 67 in

Fig. 1 bis 3. Die Konstruktion ist sehr einfach und besteht aus langen und kurzen Bohlensparren, von denen erstere unten in den Schwellenkranz und oben in den Laternenkranz sich einsetzen, während letztere oben an den dritten Verspannungsring der Sparren sich anschließen. Die Sparren bestehen aus zwei Brettlagen von 25 cm Breite und zusammen 8 cm Dicke. Die in Entfernungen von circa 2 m angelegten drei Verspannungsringe sind des geringeren Werfens wegen aus doppelten Brettern von zusammen 6 cm Stärke gebildet, welche, um die Sparren nicht zu schwächen, zwischen diese nach Fig. 3 eingeschoben sind.

Die Schwelle ist in den Gesimsplattenkranz eingesetzt. Befürchtet man, durch ungenaue Ausführung oder außergewöhnlichen Winddruck veranlaßt, Verschiebungen der Schwelle, so können zu deren Verhinderung entweder in Entfernungen von 3 m Anker angebracht oder die Gesimsplatten durch Einlaßklammern zu einem festen, unverschieblichen Steinkranz verbunden werden.

Zur Einschalung der Kuppel behufs Eindeckung mit Zink sind schmale Dielen von etwa 10 bis 12 cm Breite zu verwenden, und davon sind einzelne besonders solid mit großen Nägeln oder Schrauben zu befestigen, damit sie als Verspannungsringe, „Kuppelgürtel", wirken und der horizontalen Bewegung der Sparren nach außen entgegenwirken.

Als Beispiel einer einfachen Kuppel aus geraden kantigen Hölzern lassen wir auf Tafel 68 die von Schinkel entworfene, aber nicht zur Ausführung gelangte Kuppel über der Nikolaikirche in Potsdam folgen. Sie bildet das Dach über einer gewölbten Steinkuppel und trägt einen turmartigen Aufsatz. In der halben Höhe der Kuppel etwa sind zwei sich kreuzende doppelte Kehlbalken durchgelegt, auf denen die Hauptpfosten des erwähnten Aufsatzes und die durch die ganze Höhe des letzteren reichende Helmstange ruhen. Zwei auf diesen Kehlbalken aufgestellte doppelte Hängeböcke übertragen die Last des Aufsatzes, dessen Hauptpfosten als Hängesäulen auftreten, nach den Enden der Kehlbalken, wo sie von liegenden Stuhlpfosten aufgenommen wird, die auf der Hintermauerung der Kuppel stehen. Die Stuhlpfosten sind doppelt und tragen eine ringförmige Pfette, die die übrigen Kehlstichbalken am inneren Ende unterstützt, am äußeren Ende liegen diese auf einer mit ersterer konzentrischen Pfette, die wieder durch doppelte Stuhlsäulen getragen wird, die auf der Schwelle stehen, welche auf einem Absatze der ringförmigen Umfangsmauer ruht. Auf dieser Schwelle, und von der doppelten Reihe zentrisch gestellter Stuhlpfosten umfaßt, liegen zwei Stichgebälke übereinander und fassen zwei ringförmige Pfetten zwischen sich, von denen die innere an der äußeren Seite der längeren Stuhlpfosten liegt, die äußere aber mit ihrer Außenfläche in den Umfang der Kuppel fällt. Die oberen der zuletzt genannten Stichbalken nehmen zugleich die gekrümmten Sparren auf.

Zwischen diesem Stichgebälke und den Stuhlpfetten sind die Sparren noch einmal durch horizontale Riegel unterstützt, die von den zwei Reihen doppelter Stuhlsäulen getragen werden. Über dem Kehlgebälk ist noch ein zweiter Kranz von liegenden Stuhlsäulen aufgestellt, die aber einfach und auf den unteren Kehlbalken eingezapft sind. Die Stuhlpfette dieser Säulen trägt abermals ein Stichgebälk zur Unterstützung der Sparren, deren innere Enden auf einer zweiten Pfette ruhen, die auf den Streben der Hängewerke mittels Knaggen befestigt ist. Am oberen Ende klauen die gekrümmten Sparren gegen eine Schlußpfette, die auf der bis hierher reichenden Verdoppelung der Hauptpfosten des Türmchens liegt.

Alles übrige dürfte aus den Zeichnungen deutlich hervorgehen. Die äußere Bekleidung des Türmchens ist aus Metall gedacht.

Vergleicht man diese Konstruktion mit den übrigen, so wird man sich zu gunsten der Bohlenkonstruktion entscheiden müssen, indem diese bei weitem einfacher und nicht minder fest erscheint, während sie durch ein ungleich geringeres Gewicht das Gebäude weniger belastet. Nur wenn man beabsichtigt hätte, durch das bedeutende Gewicht der eben besprochenen Konstruktion die Mauern absichtlich zu belasten, um der inneren gemauerten Kuppel mehr Widerstand zu verschaffen, würde die Anordnung Vorteile gewähren; doch ist dabei nicht zu vergessen, daß die schräg gestellten Stuhlsäulen jedenfalls auch einen Horizontalschub äußern, der der Stabilität der Mauern gerade nicht zum Vorteil gereicht. Vergleicht man die Kosten, so wird der Vorteil größerer Wohlfeilheit ohne Zweifel ebenfalls auf seiten der Bohlenkonstruktion sein.

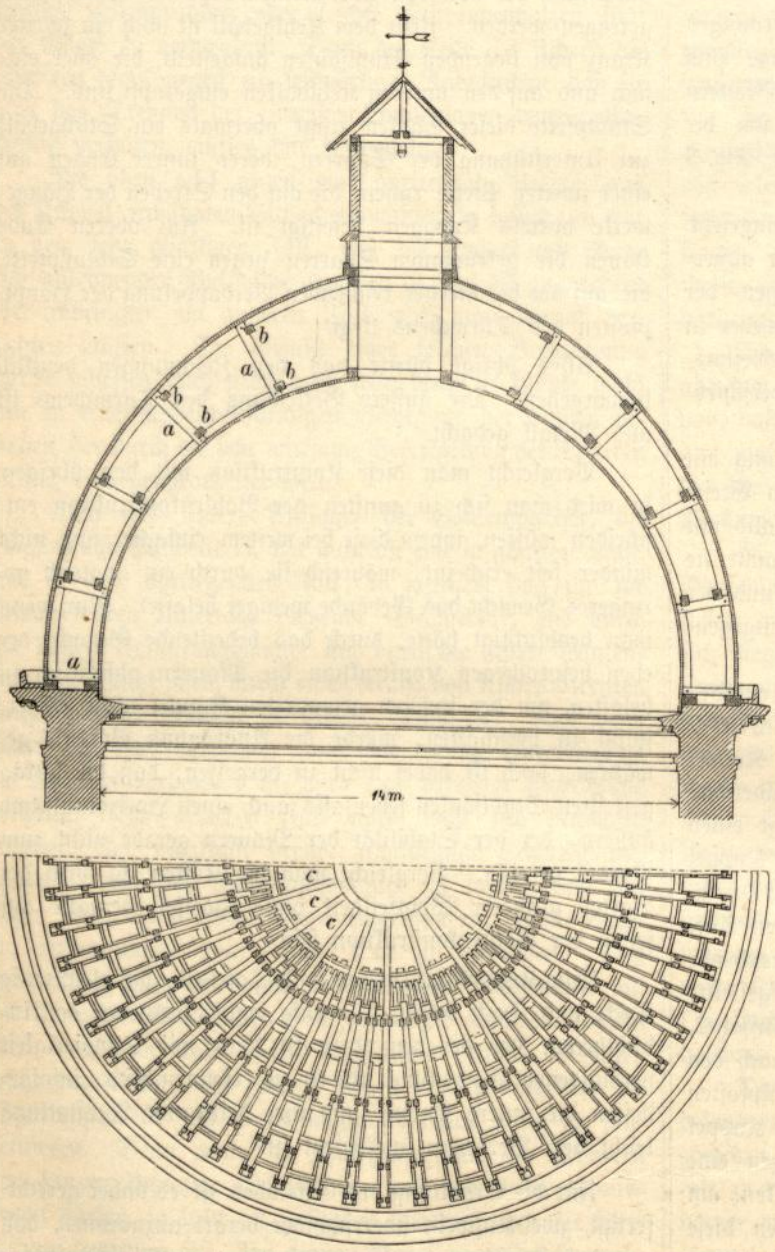
Eine Kuppelkonstruktion nach Tafel 66, die gleichzeitig Decke und Dach bildet, ist wenig empfehlenswert, da Undichtheiten der bei den Kuppeln stets mit Schwierigkeit verbundenen Eindeckung schwer zu erkennen sind, infolgedessen die innere Kuppel und ihre dekorative Ausstattung leicht dem Verderben ausgesetzt ist.

Für die Erhaltung des Gebäudes ist es daher gerechtfertigt, zwei Kuppeln übereinander derart anzuordnen, daß man den Zwischenraum begehen kann, um alle notwendigen Ausbesserungen an der äußeren Kuppel zeitig zu entdecken. Wegen des größeren Umfanges der äußeren Kuppel wird man dieser eine größere Anzahl Sparren geben müssen; und es ist dann am besten, diese Anzahl doppelt so groß zu nehmen als bei der inneren Kuppel, so daß abwechselnd ein äußerer Sparren mit einem inneren in einerlei lotrechter Ebene liegt. Diese Sparren sind dann durch

doppelte Zangen in normaler Richtung miteinander zu verbinden, wodurch das Ganze eine große Festigkeit erhält.

Ist keine besondere Unterstützung für die innere Kuppel vorhanden, sondern nur eine Umfangsmauer, so bleibt nichts anderes übrig, als die innere Kuppel auf einen Absatz dieser Mauer zu stellen, diese Mauer dann noch angemessen höher zu führen und die äußere Kuppel auf den höher geführten Mauerteil zu lagern, so daß durch die exzentrische Stellung beider Kuppeln der nötige Zwischenraum gebildet wird. Bei einer solchen Anordnung erscheint es angemessen, die Schwelle der äußeren Kuppel auf ein Stichgebälk zu legen, dessen Balken die Sparren der inneren Kuppel zangenartig umfassen.

Fig. 607.



Eine Doppelkuppel mit Laterne ist in Fig. 607 abgebildet. Die Kuppeldecke hat 14 m, das oben ansteigende Kuppeldach — die Schutzkuppel — 16,5 m und die Laterne circa 2,30 m Durchmesser. Beide Kuppeln sind aus Bohlensparren konstruiert, die senkrecht übereinander angeordnet sind, um sie durch mehrfache doppelte Riegel oder Zangen a a fest verbinden und absteifen zu können. Die Sparren sind gegen das Ausbiegen durch die kreisförmigen Gurtbänder b b gesichert, und in zwei auf der Mauer liegende und mit ihr verankerte eichene Bohlenkränze eingesetzt, woselbst sie in Entfernungen von circa 1 m aufgestellt werden. Nur ein Teil der Sparren, die Hauptgebinde c c, tragen die Laterne, indem sie sich in die Bohlenkränze derselben einklauen, während die beiden Leergebinde, die sich zwischen je zwei Hauptgebinden befinden, bei den obersten Gurtbändern b b enden.

Als Beispiel der Konstruktion einer Doppelkuppel von 30 m Durchmesser lassen wir in Fig. 608 bis 610 die Zeichnungen der Kuppel der von Weinbrenner erbauten katholischen Kirche in Karlsruhe folgen.

Beide Kuppeln sind aus einer gleichen Anzahl senkrecht übereinander liegender Bohlensparren von 25 cm Höhe und 12 cm Breite konstruiert. Sie bestehen aus drei Lagen Dielen von je 4 cm Stärke. Die Hälfte der äußeren und inneren Sparren behält ihre volle Stärke bis zu den Oberlichtkränzen, in welche sie eingelassen sind; die andere Hälfte dagegen endet bei a und a', Fig. 608, an den zwischen je zwei durchgehenden Sparren eingesetzten Riegeln, welche die Kränze b c und f g, Fig. 610, im Grundriß bilden. Zur Verspannung dieser Riegel gegen die in ihrer Mitte endenden dreidieligen Bohlensparren sind letztere durch einfache, 4 cm starke Bogen bis zu den Oberlichtkränzen verlängert. Die unverschiebbare Schwelle b, Fig. 608, nimmt die inneren, und das kurze radial angelegte Gebälk die äußeren Bohlensparren auf.

An den Stellen der Dachbinder c c, Fig. 609, sind die Balken verdoppelt; sie haben am äußeren Ende eine Entfernung von 1,12 m von Mitte zu Mitte voneinander. Das innere Ende ist für die Fassung der inneren Bohlensparren ausgeschert.

Von der festen unverschiebbaren Lage dieses Gebälkes hängt aber die Sicherstellung der äußeren Sparren, sowie die der ringförmigen Schwelle c, Fig. 608, und de, Fig. 609, ab, in welche die Hauptstreben des Dachbinders eingesetzt sind. Dies wird erreicht mittels Aufkämmens der Balken auf eine feste Unterlage, bestehend aus polygonal aneinander gereihten verzahnten Balken ff und der sich überblattenden liegenden Bänder gg, Fig. 609, und f′g′, Fig. 608, welche in die verzahnten Balken eingelassen sind und sie zu einem festen Kranze verbinden. Zur Unterstützung dieser Balkenunterlage dienen die senkrechten und schrägen Pfosten hh, welche an den Stellen der Binder aufgerichtet sind, sowie der Pfettenkranz i. Zur Feststellung der Pfosten sind Kopf- und Fußbüge angebracht.

Von den 20 bis zum Oberlichtschachte ziehenden Bindern reichen nur zwölf bis zur Schwelle b, Fig. 608, herab, was seinen Grund darin hat, daß die Kuppel in der Richtung zweier senkrecht aufeinanderstehenden Achsen von vier großen Nischen von 12 m Weite unterbrochen ist, Fig. 608 und 610. In einer dieser Nischen über dem Haupteingange befindet sich die Orgelempore; in der auf gleicher Achse entgegengesetzten der Altar und in den beiden, an denen die Seiteneingänge liegen, die Emporen. Durch diese Nischen veranlaßt, mußten teilweise die Gewichte der übrigen acht Binder wie kk, Fig. 608, auf die benachbarten Binder abgesprengt werden.

Die Zangen ee, Fig. 608 und 609, fassen die Bindersparren der beiden Kuppeln, während die äußeren Leersparren auf die Riegel mm aufgelegt und die inneren an die Riegel nn angehängt sind. Somit haben die äußeren Bohlensparren außer den Endpunkten eine einmalige, die inneren längeren eine zweimalige Zwischenunterstützung. Die Zangen ee sind mittels der Hauptstreben oo und der sie übergreifenden doppelten Strebebänder pp und qq abgesprengt; zur Absteifung der Hauptstreben oo dienen die Strebenbüge rr.

Fig. 608.

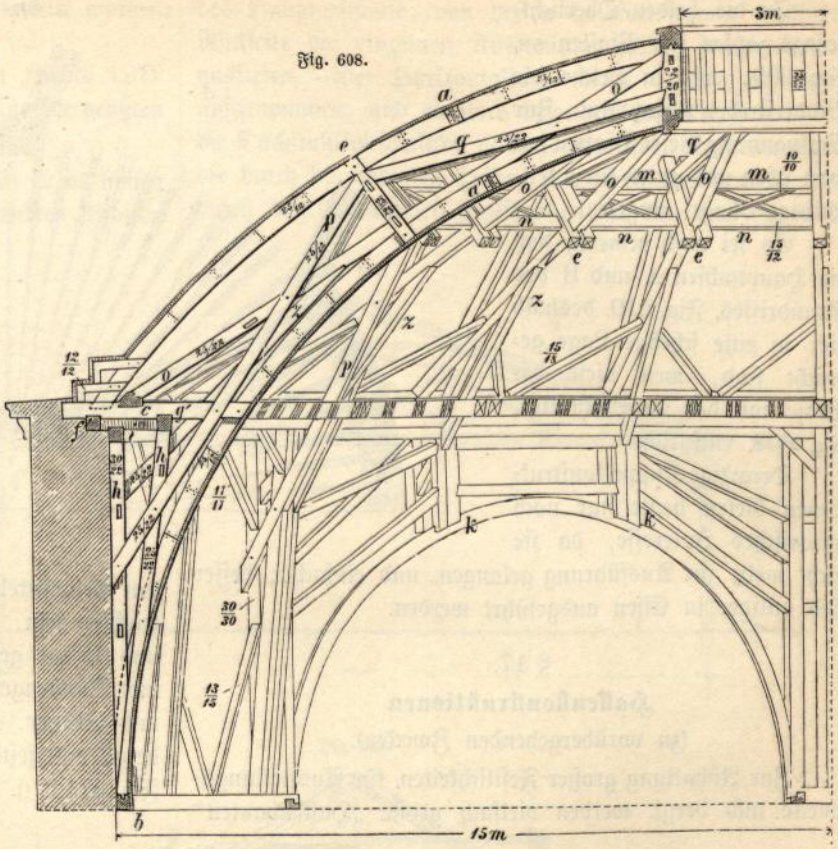
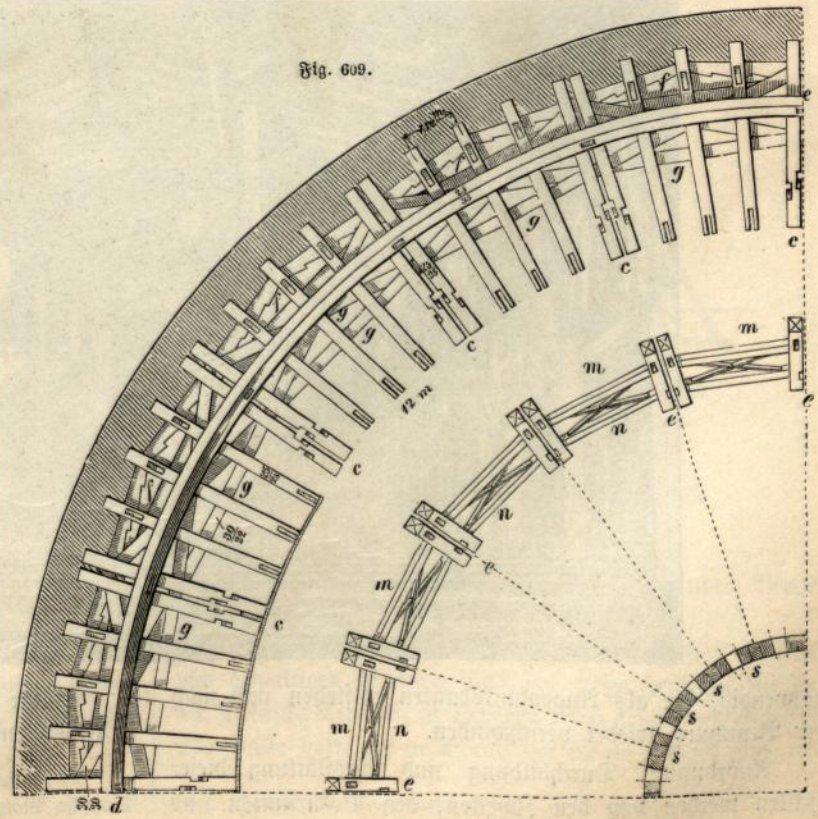


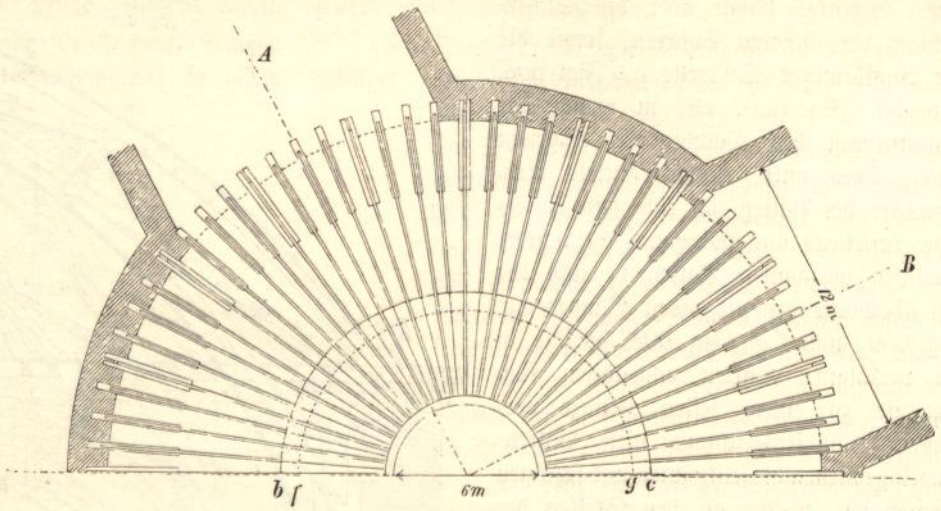
Fig. 609.



In die beiden Oberlichtkränze zapfen sich Pfosten ss, Fig. 609, ein, in welche die Binderstreben versatzt sind. Zur Verspannung dieser Pfosten hat man oben und unten kurze keilförmige Riegel eingesetzt.

Es sei noch bemerkt, daß die Hauptachsen A und B des Grundrisses, Fig. 610, deshalb hier in eine schräge Lage gebracht sind, weil diese der Projektion des Durchschnittes, Fig. 608, entspricht.

Fig. 610.



Derartige Kuppelkonstruktionen bieten heute nur noch historisches Interesse, da sie nicht mehr zur Ausführung gelangen, und einfacher, besser und billiger in Eisen ausgeführt werden.

§ 17.

Hallenkonstruktionen

(zu vorübergehenden Zwecken).

Zur Abhaltung großer Festlichkeiten, für Ausstellungszwecke und dergl. werden vielfach große „Hallenbauten“ notwendig, die als Augenblicksbauten entstehen und nach der Benutzung wieder verschwinden.

Anordnung, Durchbildung und Ausstattung dieser Hallen werden von den Zwecken, den Bedürfnissen und den Geldmitteln abhängen, es wird aber immer danach zu trachten sein, das konstruktive Gerüst entsprechend einfach und so zu gestalten, daß unter Verwendung von Laub- und Tannengewinden, Stoffen zur Bekleidung von Flächen und Stützen, von Wimpeln, Fahnen, Wappenschilden und dergl. eine festliche und großräumige Wirkung erreicht wird, Fig. 611 [1]) (s. auch Fig. 620).

Fig. 611.

Einige Beispiele der neueren Ausstellungs- und Festhallenbauten mögen zeigen, wie zum Teil mit einfachen

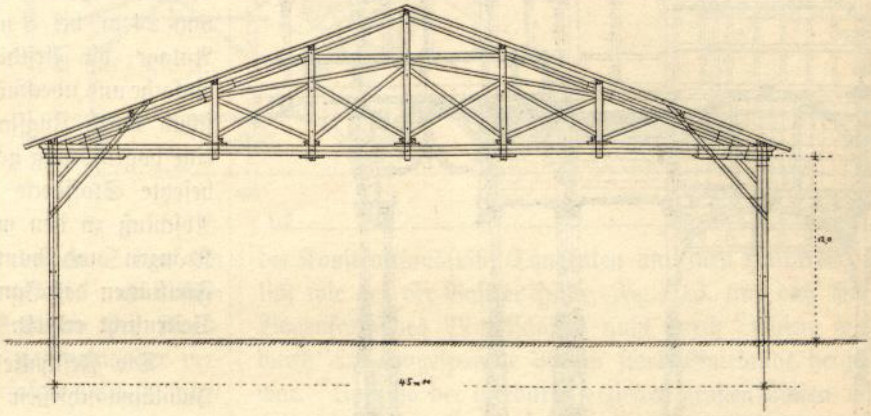
1) Festhalle für das X. Deutsche Bundesschießen in Berlin: Deutsche Bauzeitung 1890.

Mitteln außerordentlich großartige Räume erstellt worden sind.

Die Festhalle für das Schützenfest in Zürich 1872 war mit 45 m Breite und 115,8 m Länge eine der größten Hallen dieser Art, Fig. 612.

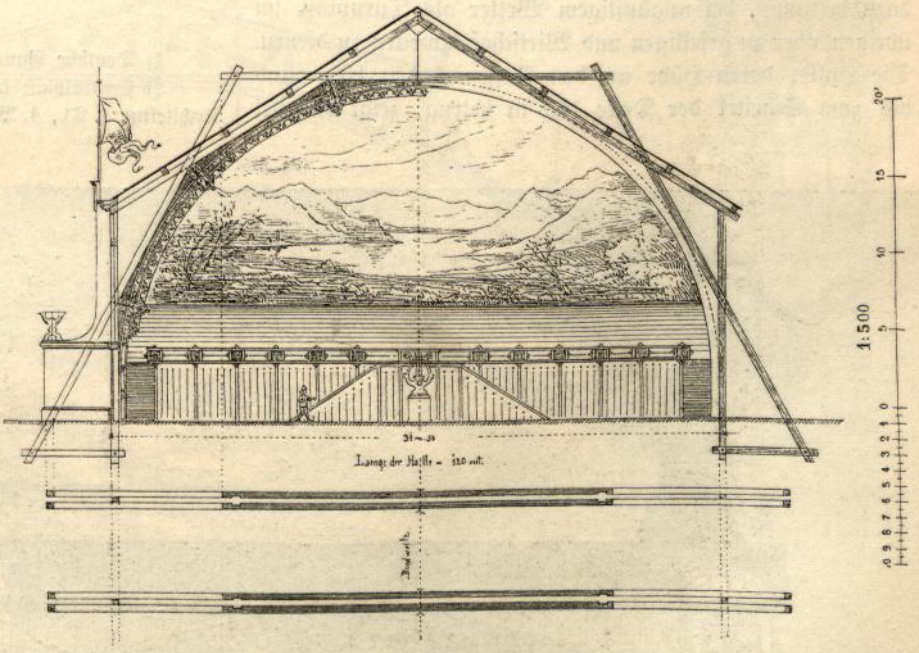
Die quadratischen, 55 cm starken und 12 m hohen Ständer, die aus je vier sorgfältig verschraubten Pfosten bestanden, waren 2,5 m tief in die Erde eingegraben und fest mit Steinen umkeilt worden. Die 45 m weit gesprengten Dachbinder, die durch Zugbänder mit den Ständern verbunden waren, sind aus je drei Hängewerken mit fünf Hängesäulen zusammengesetzt und die Knotenpunkte durch Kreuzdiagonalen versteift, so daß ein vollständiger Fachwerkbinder entsteht, mittels dessen die Überdeckung des gewaltigen Raumes ohne innere Stützen möglich wurde.

Fig. 612.



Die Halle für das Sängerfest in Basel 1875, Fig. 613, hatte eine Spannweite von 31,5 m, und zeigt eine höchst einfache Konstruktion aus zwei ineinander verschobenen Polygonen derart, daß sieben feste Dreiecke entstanden, und die einzelnen Stäbe Tangenten an einen Halbkreis bildeten, der durch entsprechend ausgeschnittene Bretter zur Erscheinung gebracht war. Die Umfassungswände und die Dachflächen waren aus Brettern hergestellt, und die nach außen vorspringenden Schrägpfosten waren durch Bretterverschalung als „Strebepfeiler" ausgebildet, die die langgestreckten Seitenfassaden wirkungsvoll unterbrachen, aber dem Charakter des Materiales nicht angepaßt waren. Die Beleuchtung erfolgte durch Doppelfenster, die in den oberen Wandflächen zwischen den Bindern angebracht und mit bemalten durchscheinenden Stoffen geschlossen waren.[1])

Fig. 613.



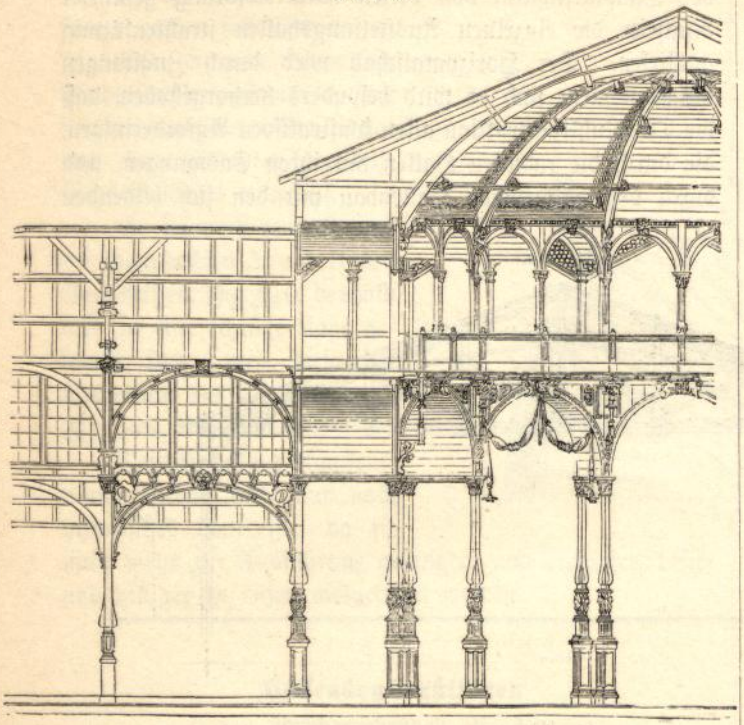
Eine Konstruktion mit wirklichen Bohlenbogenbindern zeigten die Hallen der Patent- und Musterschutzausstellung zu Frankfurt a. M. 1881; Fig. 614 zeigt die Dachbinder des Hauptvestibüls, von dessen halbkreisförmig geführter Rückseite die einzelnen Ausstellungshallen strahlenförmig ausliefen. Der Horizontalschub wird durch Zugstangen aufgenommen, und es wird besonders hervorgehoben, daß die Dachstuhlkonstruktion allen konstruktiven Anforderungen, die durch die radialen Hallen mit ihren Endigungen, und durch den halbrunden Hallenbau mit den sich bildenden frei tragenden Durchschneidungen bei wechselnden Breiten gestellt wurden, völlig genügt habe.[1])

Als besonders gelungen und von wahrhaft festlicher und gewaltiger Wirkung wird die große Festhalle für das VI. Deutsche Turnfest in Dresden 1885 geschildert, Fig. 615. Die Halle hatte 28 m Breite bei 62 m Länge, und war

1) Handbuch der Architektur, 4. Tl., 4. Bd.

1) Deutsche Bauzeitung 1881.

Fig. 614.



dazu bestimmt, bei ungünstigem Wetter als Turnplatz, im übrigen aber zu geselligen und Wirtschaftszwecken zu dienen. Die Halle, deren Höhe an den Außenwänden 13 m und bis zum Scheitel der Decke 16,5 m betrug, zeigt das bei ähnlichen Anlagen und Ausstellungsbauten bewährte System eines dreischiffigen basilikal beleuchteten Raumes, dessen schmale Seitenschiffe durch feste Querverbindungen versteift sind, während die Hallenbinder aus hölzernen, durch Zugstangen verankerten Gitterträgern mit bogenförmiger unterer Gurtung bestehen. Die Wände waren mit Brettern verschalt, die Dächer mit Pappe eingedeckt.[1])

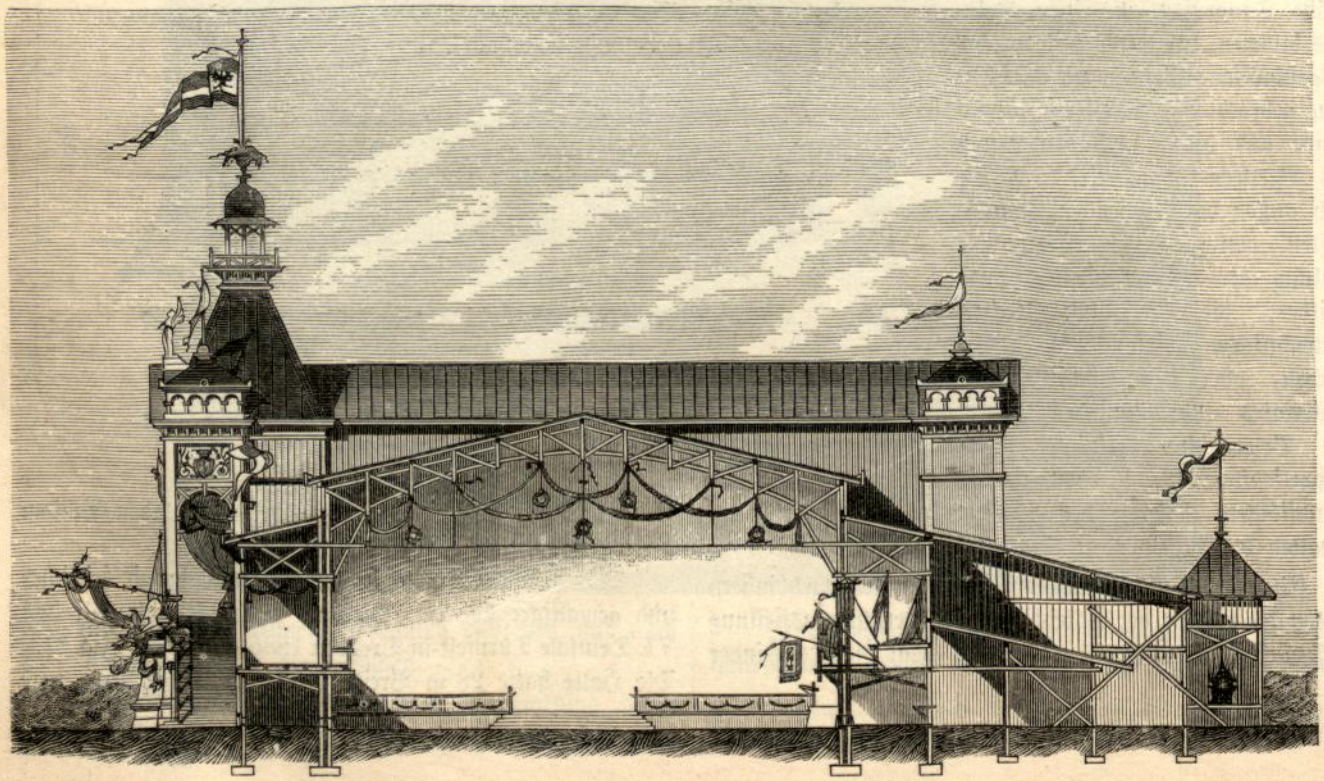
Die Festhalle für die 500jährige Jubelfeier der Universität in Heidelberg, Fig. 616, hatte eine Mittelschiffbreite von 24 m bei 8 m breiten Seitenschiffen und basilikaler Anlage; die Firsthöhe des Mittelschiffes betrug 18 m. Die einfache und zweckmäßige Dachstuhlkonstruktion, deren Seitenschub durch Zugstangen aufgehoben wurde, wurde durch eine bogenförmig gespannte, lichtblaue, mit goldenen Sternen besetzte Stoffdecke verhüllt; sie bildete so einen ruhigen Abschluß zu den mit Malereien, Wappen, Laubgewinden, Kränzen und bunten Stoffen behangenen Wänden und Freistützen des Inneren, das seine Beleuchtung durch hohes Seitenlicht erhielt.[2])

Die Festhalle für das IX. Deutsche Bundes- und Jubiläumsschießen zu Frankfurt a. M. 1887 bildet in Deutschland das erste Beispiel einer einschiffigen Festhalle, nach Art der Konstruktion der in Fig. 613 dargestellten

1) Deutsche Bauzeitung 1885.

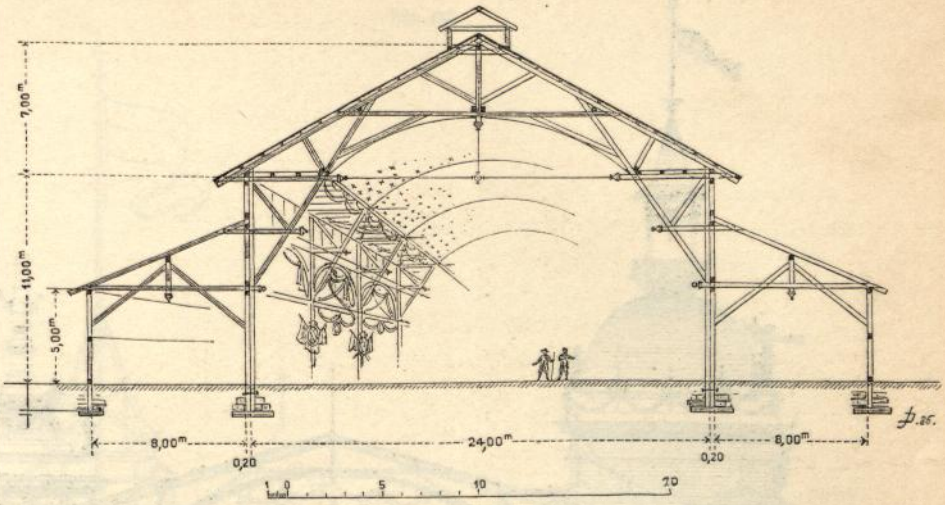
2) Centralblatt der Bauverwaltung 1886, und Handbuch der Architektur 4. Tl., 4. Bd., S. 189.

Fig. 615.



Baseler Festhalle von 1875. Die Breite beträgt hier aber 37 m, die Länge 145 m, und die Höhe 15,90 bez. 17,60 m bei einer Binderweite von 5 m. Dem Konstruktionsgerippe ist zur Versteifung ein halbkreisförmiger Bogen hinzugefügt, Fig. 617, der aus drei miteinander verschraubten Bohlen von je 5 cm Stärke und 28 cm Höhe zusammengesetzt war. Die Länge der zur Verwendung gekommenen Bohlenstücke betrug 2,25 m. Die Binderauflager wurden beiderseitig aus je drei in den Boden gerammten Pfählen gebildet, mit denen die Binder verschraubt waren.

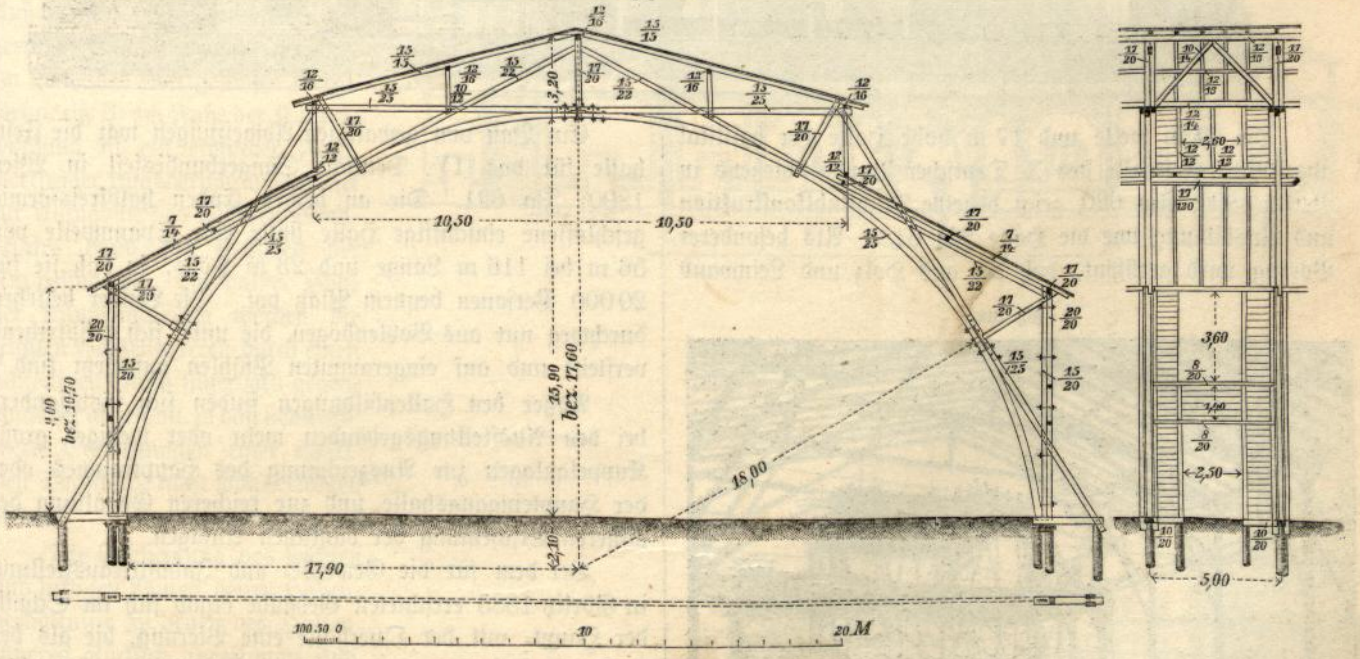
Fig. 616.



Gegen den Winddruck waren an beiden Seiten der Halle sogenannte Versteifungstürme angelegt, und außerdem waren die beiden Endbinder sowohl an der Nord- wie an der Südseite durch Diagonalen gegeneinander versteift. Die Montierung der Binder erfolgte mittels fahrbaren Gerüstes unter Benutzung von zwei Laufkrahnen; nachdem die Arbeiter eingeübt waren, konnten täglich zwei Binder aufgestellt werden.[1])

Der Dachstuhl der basilikal angeordneten Festhalle für das VII. Deutsche Turnfest in München 1889, Fig. 618, zeigt bei 25 m Spannweite ein Sprengwerk mit seitwärts zur Erde geführten Verstrebungen. Im Inneren bilden die Konstruktionsstäbe Tangenten an einen Halbkreis, ähnlich wie bei der Baseler Halle, Fig. 613, nur daß hier die Bogenform des Mittelschiffes nicht durch Bohlen, sondern durch eine eingespannte 35 cm starke Guirlande hergestellt war. Infolge der hierdurch erzielten großen Linien wurde

Fig. 617.

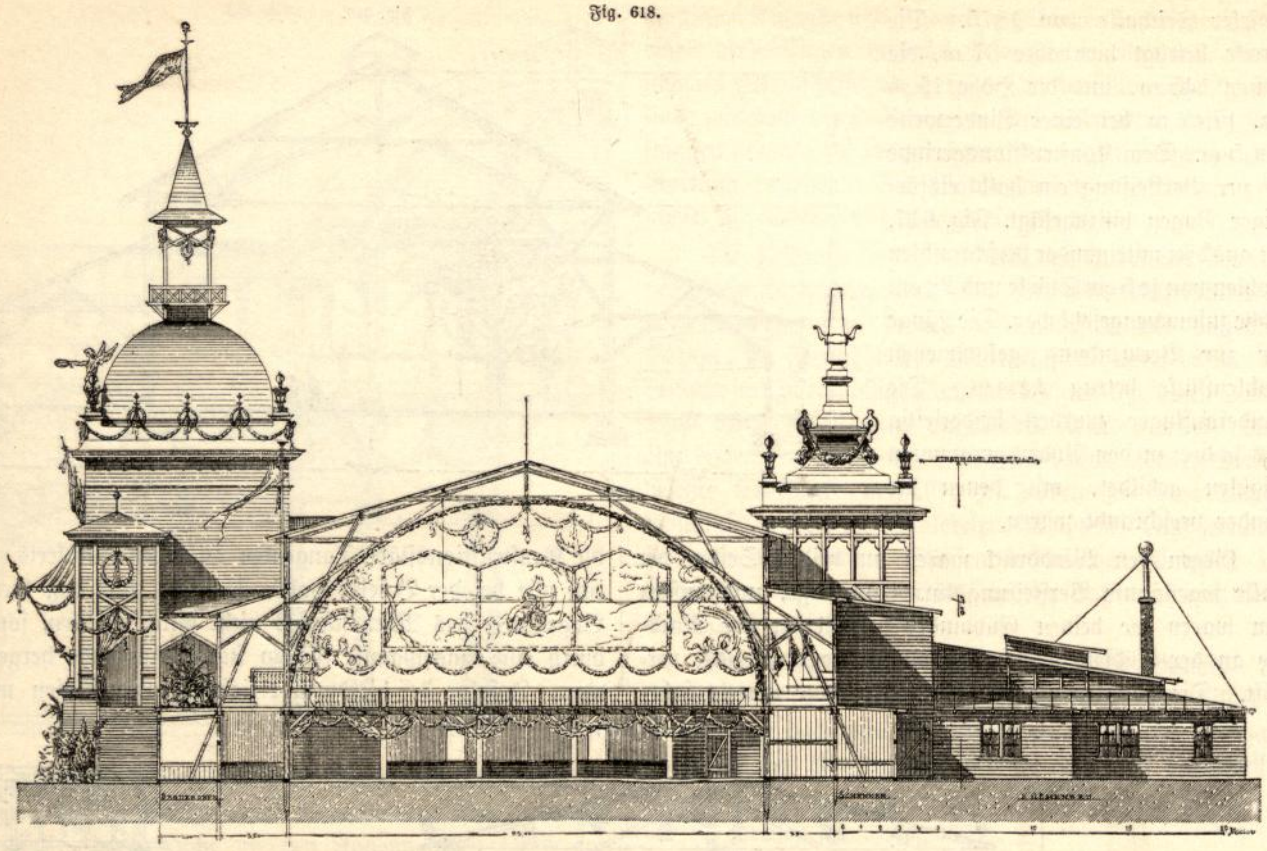


in die Perspektive der Halle eine außerordentliche Ruhe gebracht, und durch die scheinbar entstandene Tonne die Raumwirkung wesentlich gesteigert. Die Aufrichtung des Zimmerwerkes dieser Halle zeigt Fig. 619. Die Wandflächen waren verschalt, die Fache der oberen Wandteile des Mittelschiffes als Lichtflächen frei gehalten und nur mit Shirting bespannt; die Dächer waren mit Dachpappe gedeckt.[1]

1) Wochenblatt für Baukunde 1887.

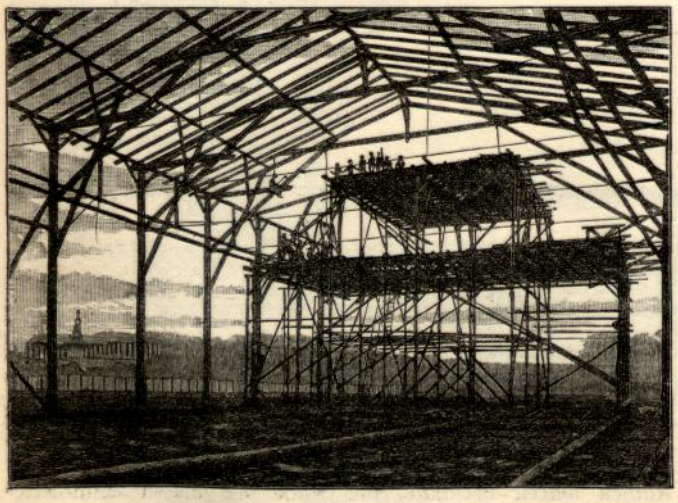
1) Deutsche Bauzeitung 1889.

Fig. 618.



Die 24 m weite und 17 m hohe Halle der basilikal abgestuften Festhalle des X. Deutschen Bundesschießens in Berlin 1890, Fig. 620, zeigt dieselbe Dachstuhlkonstruktion und Ausbildung wie die Halle Fig. 618. Als besonderer Vorzug wird gerühmt, daß der aus Holz und Leinwand

Fig. 619.



errichtete Bau als eine Augenblicksanlage nichts weiter scheinen wollte als er war[1] (s. auch Fig. 611).

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1890.

Ein Bau von gewaltigen Abmessungen war die Festhalle für das IV. Deutsche Sängerbundesfest in Wien 1890, Fig. 621. Die an beiden Enden halbkreisförmig geschlossene einschiffige Halle hatte eine Spannweite von 56 m bei 116 m Länge und 23 m Höhe, so daß sie für 20000 Personen bequem Platz bot. Die Binder bestehen durchweg nur aus Bohlenbogen, die unter sich entsprechend versteift und auf eingerammten Pfählen aufgesetzt sind.[1])

Außer den Hallenbildungen finden sich insbesondere bei den Ausstellungsgebäuden mehr oder weniger große Kuppelanlagen zur Auszeichnung des Hauptraumes oder der Haupteingangshalle und zur reicheren Gestaltung der äußeren Erscheinung der baulichen Anlagen.

Bei dem für die Gewerbe- und Industrieausstellung in Görlitz 1885 errichteten Gebäude ergab sich im Schnitt der Haupt- mit der Querhalle eine Vierung, die als der natürliche Schwerpunkt der ganzen Hallenanlage betrachtet werden konnte, und es lag nahe, diesen Punkt auch im Äußeren durch einen höheren Aufbau zu bezeichnen, welchem die Gestalt einer vierseitigen an den Ecken abgeschrägten Kuppel gegeben worden ist.

Fig. 622 zeigt in einem Durchschnitt und in drei auf verschiedene Höhenlagen bezogenen Grundrissen die

1) Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1890.

interessante Kuppel-Konstruktion. Die Abbildungen, aus welchen auch zugleich die konstruktive Anordnung der Ausstellungshallen ersehen werden kann, erläutern sich im wesentlichen selbst, so daß es zum vollen Verständnis derselben nur weniger Bemerkungen bedarf.

Die Standfestigkeit der Kuppelkonstruktion wird hauptsächlich gesichert durch die besondere Anordnung folgender Teile: Die vier Eckpfeiler sind bis zum Boden herab durch Diagonalen vollständig verstrebt, so weit die unerläßlichen Durchgänge dies irgend gestatteten. Durch Anhebung der Mittelschiffdächer nächst der Kuppel wird nicht bloß der Innenraum erheblich weiter und einheitlicher gestaltet, sondern auch der Außenwand mehr Stabilität bei geringer Winddruckfläche gegeben. In Höhe des Gurtgesimses (vergl. Grundriß B) am Fuße der Kuppelwölbung ist ein einfacher Fachwerkträger ringsherum angeordnet zur Aufnahme des äußeren Winddruckes bezw. des Schubes der Kuppelsparren. In halber Höhe der Kuppelwölbung werden die leichten Bohlensparren durch einen achteckigen Stern innerhalb gegeneinander abgesteift, so daß nennenswerte Einbiegungen einer einzelnen Dachfläche nicht wohl erfolgen können.

Die Erscheinung des leichten und luftigen Baues, dessen Höhenverhältnisse zu denen des Halleninneren glücklich abgestimmt sind, ist eine besonders gelungene.[1])

Auch bei der nordischen Ausstellung in Kopenhagen 1888 erhob sich zunächst dem Haupteingang über der vom Haupt- und vom Querschiff gebildeten Vierung

Fig. 620.

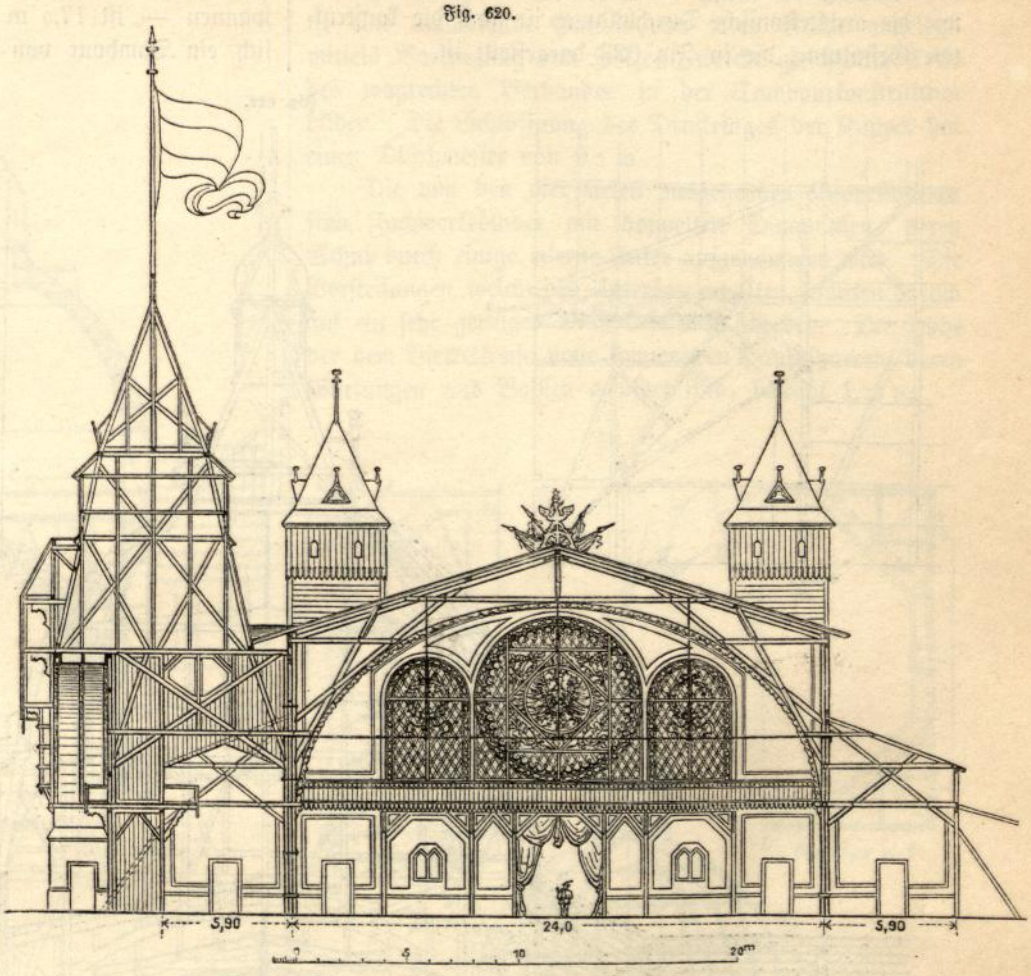
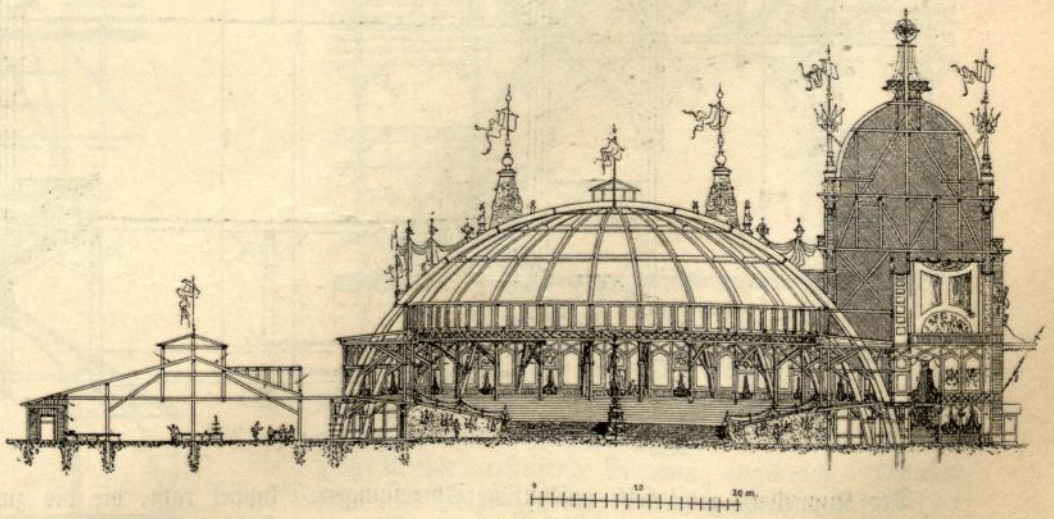


Fig. 621.

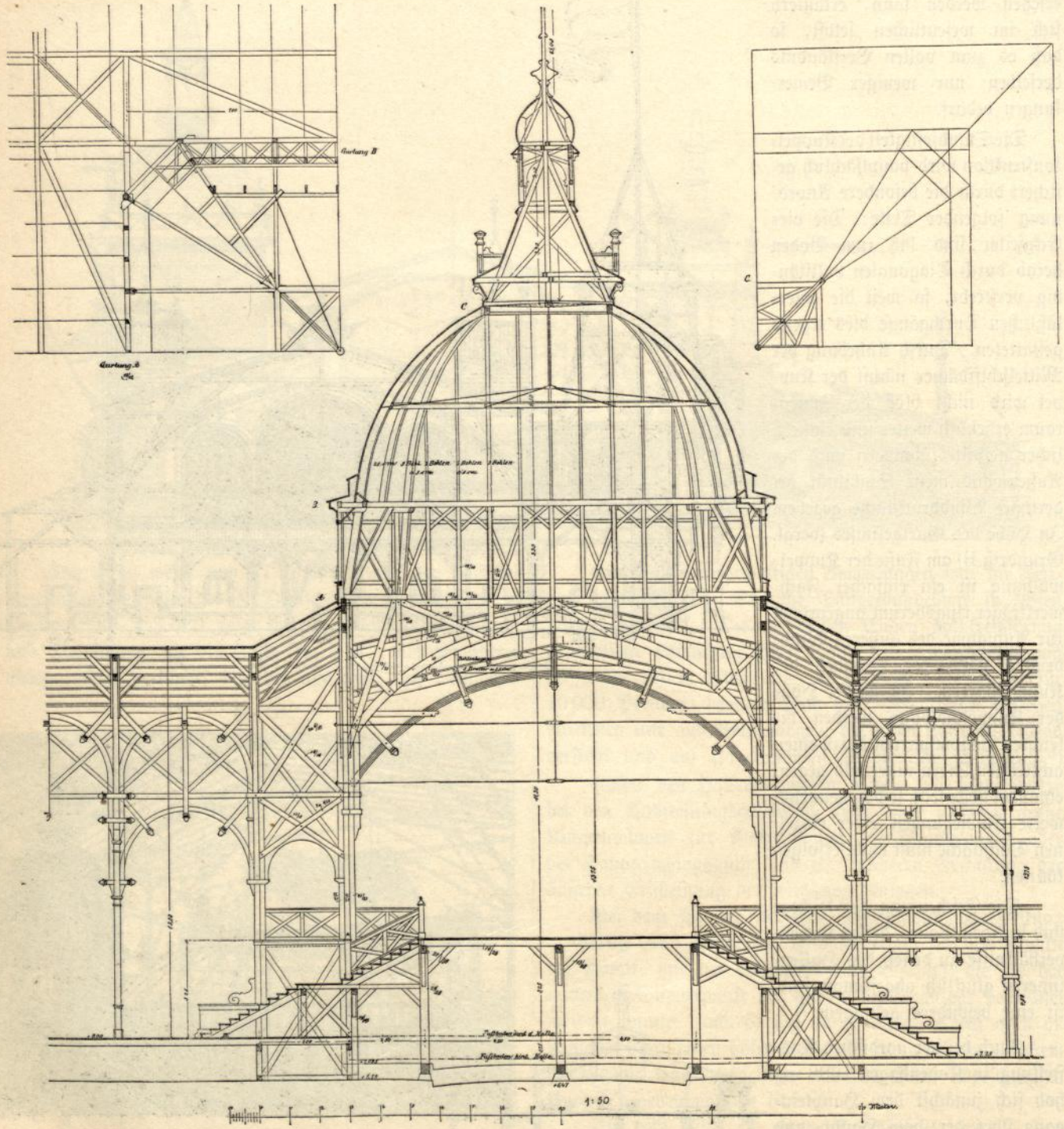


Querschnitt.

1) Deutsche Bauzeitung 1885.

eine hochragende Kuppel mit einfallendem Licht; interessant wie die architektonische Durchbildung ist auch die konstruktive Gestaltung, die in Fig. 623 dargestellt ist.

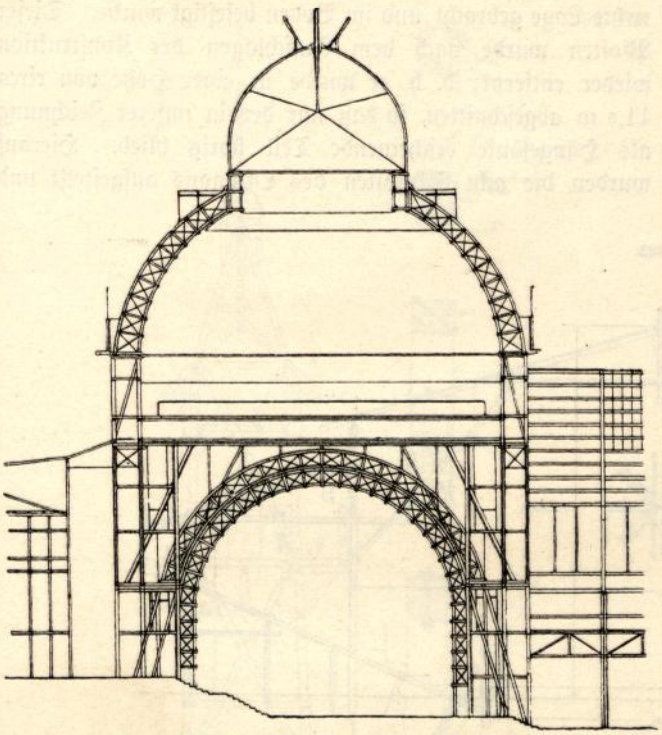
Fig. 622.



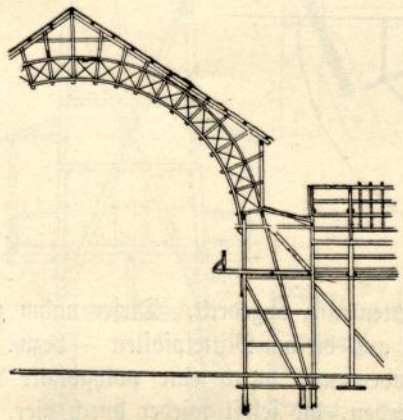
Der Kuppelbau zeigt sehr ansehnliche Abmessungen: das Grundrißquadrat hat 26,5 m Seitenlänge, der stützende Unterbau — übereinstimmend mit der Scheitelhöhe der Bogen, welche die Eingänge in die Seitenschiffe überspannen — ist 17,5 m hoch. Auf diesen Unterbau setzt sich ein Tambour von 6 m Höhe, auf dem die Hauptkuppel ruht, die bis zur Oberkante des Druckringes die Höhe von 11,5 m hat. Da der Druckring eine weitere in Eisengerippe hergestellte Spitzkuppel von 11 m Spann-

weite und 8 m Höhe trägt, so erreicht die Kuppel eine Gesamthöhe von 43 m.

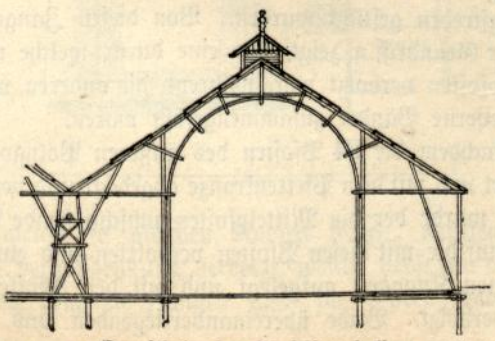
Fig. 623.



a Kuppel des Hauptgebäudes.



b Querschnitt des Hauptgebäudes.

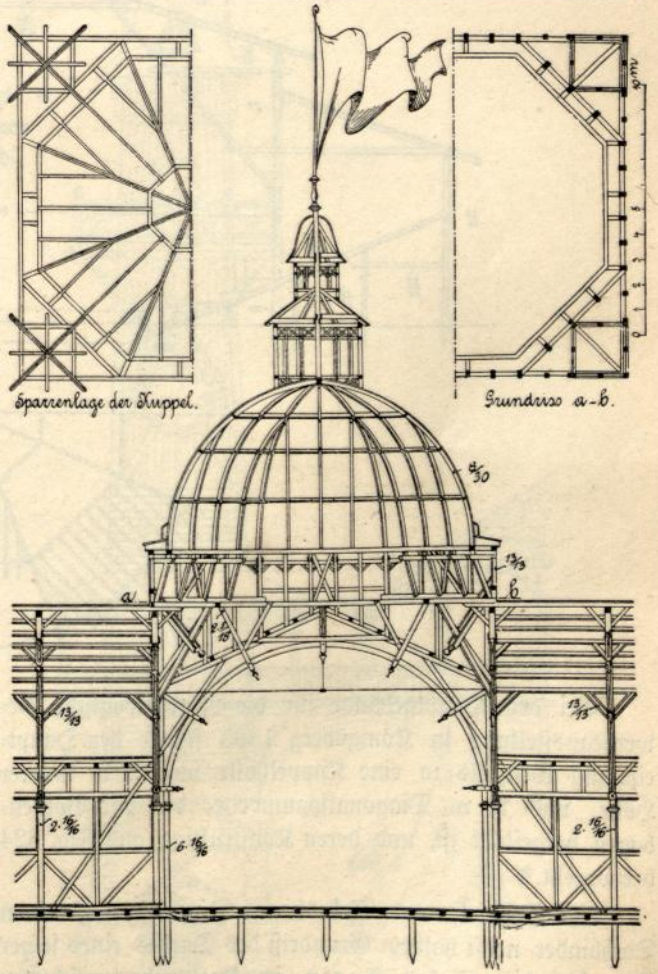


c Querschnitt der Maschinenhalle.

In der Höhe von 20 m — unten im Tambour — ist eine umlaufende Galerie von 2 m Breite angelegt, mittels Vorkragung von Hölzern, welche gleichzeitig Teile des wagrechten Verbandes in der Tambourkonstruktion bilden. Die Lichtöffnung des Druckringes der Kuppel hat einen Durchmesser von 9,5 m.

Die von den vier Ecken ausgehenden Kuppelsparren sind Fachwerksbinder mit doppelten Diagonalen, deren Schub durch einige eiserne Anker aufgenommen wird. Die Versteifungen, welche den Unterbau erhalten, konnten darum auf ein sehr geringes Maß beschränkt werden. Die Höhe der dem Viertelkreise nahe kommenden Hauptsparren, deren Gurtungen aus Bohlen gebildet sind, beträgt 1,75 m. —

Fig. 624.

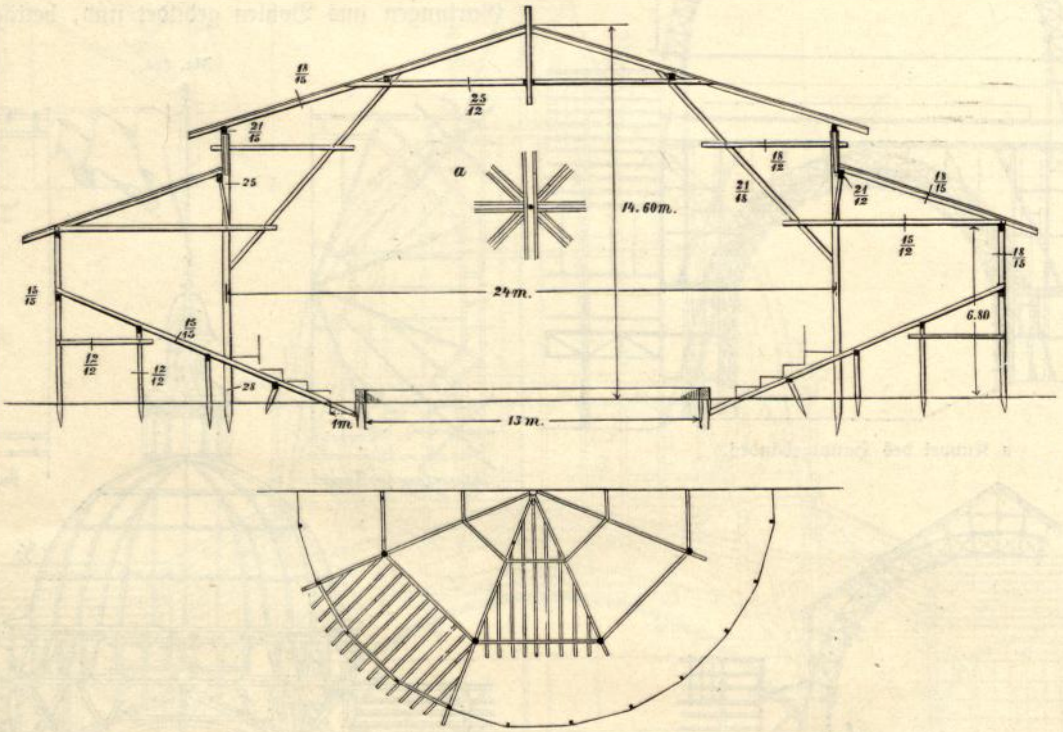


Der Eingang zum Hauptschiff der Halle ist mit Bogen überspannt von 16,5 m Weite, welche ebenfalls in Holz ausgeführt sind und 2,25 m Höhe haben; etwa in halber Höhe ist eine aussteifende Säumung angebracht. Die ebenfalls aus Holzbogen hergestellten Hallenbinder sind 19 m weit gespannt, bei ungefähr gleicher Scheitelhöhe. Auch die Halle hat, etwas unter Kämpferhöhe der Bogenbinder

angeordnet, Laufgalerien. Die Vorrichtungen zur Aufnahme des Horizontalschubes der Binder sind im Querschnitt b angegeben; es ist wohl nicht unwahrscheinlich, daß außerdem noch einige Anker zu Hilfe genommen sind, wenngleich in den Holzwänden der Seitenschiffe das nötige Widerlager gegeben ist.

Der in Fig. c beigefügte Querschnitt eines anderen Hallenbaues, der Maschinenhalle, bietet ein Beispiel einer klaren, mit wenig Materialaufwand hergestellten Konstruktion.[1])

Fig. 625.



Bei dem Hauptgebäude für die Nordostdeutsche Gewerbeausstellung in Königsberg 1895 führte der Haupteingang ebenfalls in eine Kuppelhalle von 21 m innerer Höhe, und 19 m Diagonalspannweite, die mit Bohlenbogen hergestellt ist, und deren Konstruktion aus Fig. 624 hervorgeht.[2])

Als Beispiel eines Cirkusbaues zeigt Fig. 625 einen Dachbinder nebst halbem Grundriß des Daches eines seiner Zeit für den Cirkus Corty in Karlsruhe errichteten Baues.

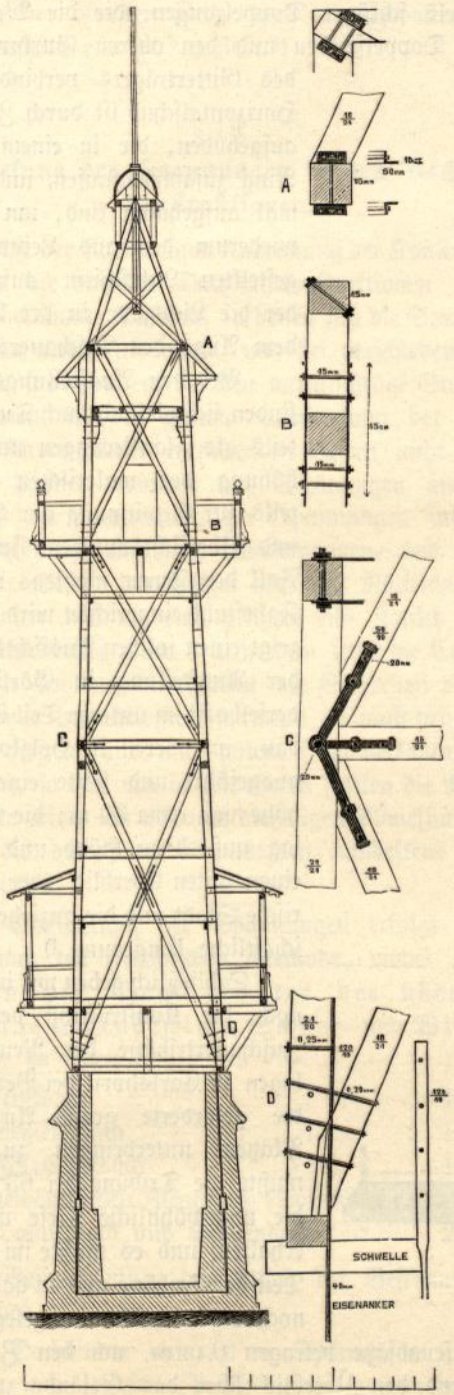
Das erhöhte Mitteldach erhebt sich über einem Achteck von 24 m Durchmesser, welches von einem Polygon von 24 Seiten und von 37,4 m Durchmesser umgeben ist. Das Aufschlagen dieses provisorischen Bauwerkes begann mit der Aufstellung eines runden Mittelpfostens von 28 cm unterem und 25 cm oberem Durchmesser, welcher in senkrechte Lage gebracht und im Boden befestigt wurde. Dieser Pfosten wurde nach dem Aufschlagen der Konstruktion wieder entfernt; d. h. er wurde in einer Höhe von circa 11,5 m abgeschnitten, so daß nur der in unserer Zeichnung als Hängesäule erscheinende Teil übrig blieb. Hierauf wurden die acht Eckpfosten des Oktogons aufgestellt und mit dem Pfettenkranz abgedeckt. Dieser nahm zunächst die Gratsparren auf, die am Mittelpfosten — bezw. der Hängesäule — enden und durch eine polygonale Mittelpfette getragen werden, die selbst wieder durch vier, die gegenüberliegenden Gratsparren fassenden Zangen und acht Sprengstreben gestützt wurden. Von diesen Zangen ging, wie der Grundriß a zeigt, nur eine durch, welche mit dem Mittelpfosten verbolzt war, während die anderen mit jener durch eiserne Bänder zusammengefaßt waren.

Nachdem die 24 Pfosten des äußeren Polygons aufgerichtet und mit dem Pfettenkranze abgedeckt und verbunden waren, wurde der die Mittelpfosten umschließende Pfettenkranz auf die mit diesen Pfosten verbolzten und etwas eingelassenen Knaggen aufgelegt und mit den Pfosten ebenfalls verbolzt. Beide übereinanderliegenden und für die Sparren des mittleren und des Seitendaches dienenden

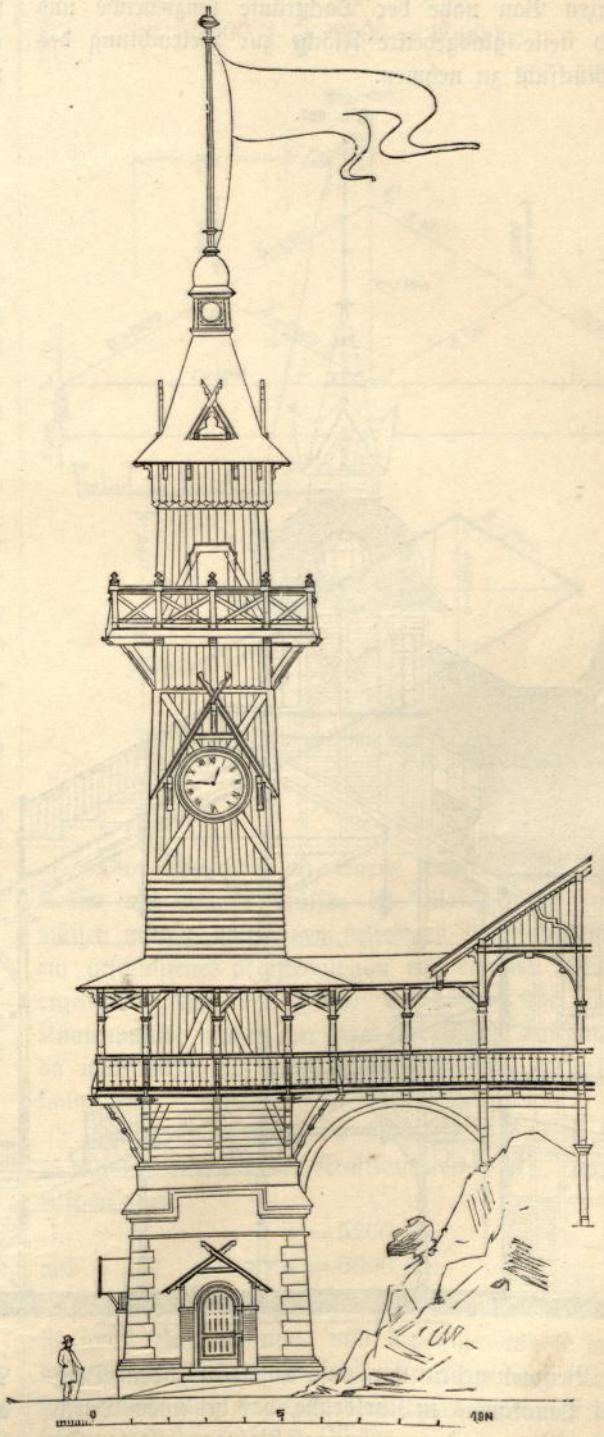
1) Deutsche Bauzeitung 1889.
2) Deutsche Bauzeitung 1895.

Pfettenkränze lagen von Pfosten zu Pfosten circa 5 m frei und wurden deshalb noch durch Kopfbänder unterstützt. Die Mittelpfosten, sowie die Eckpfosten des äußeren Polygons, welche in gleichen Radien liegen, wurden durch Zangen verbunden und verbolzt, welche nebst den darüberliegenden kürzeren Zangen auch die Sprengstreben absteiften.

Fig. 626.

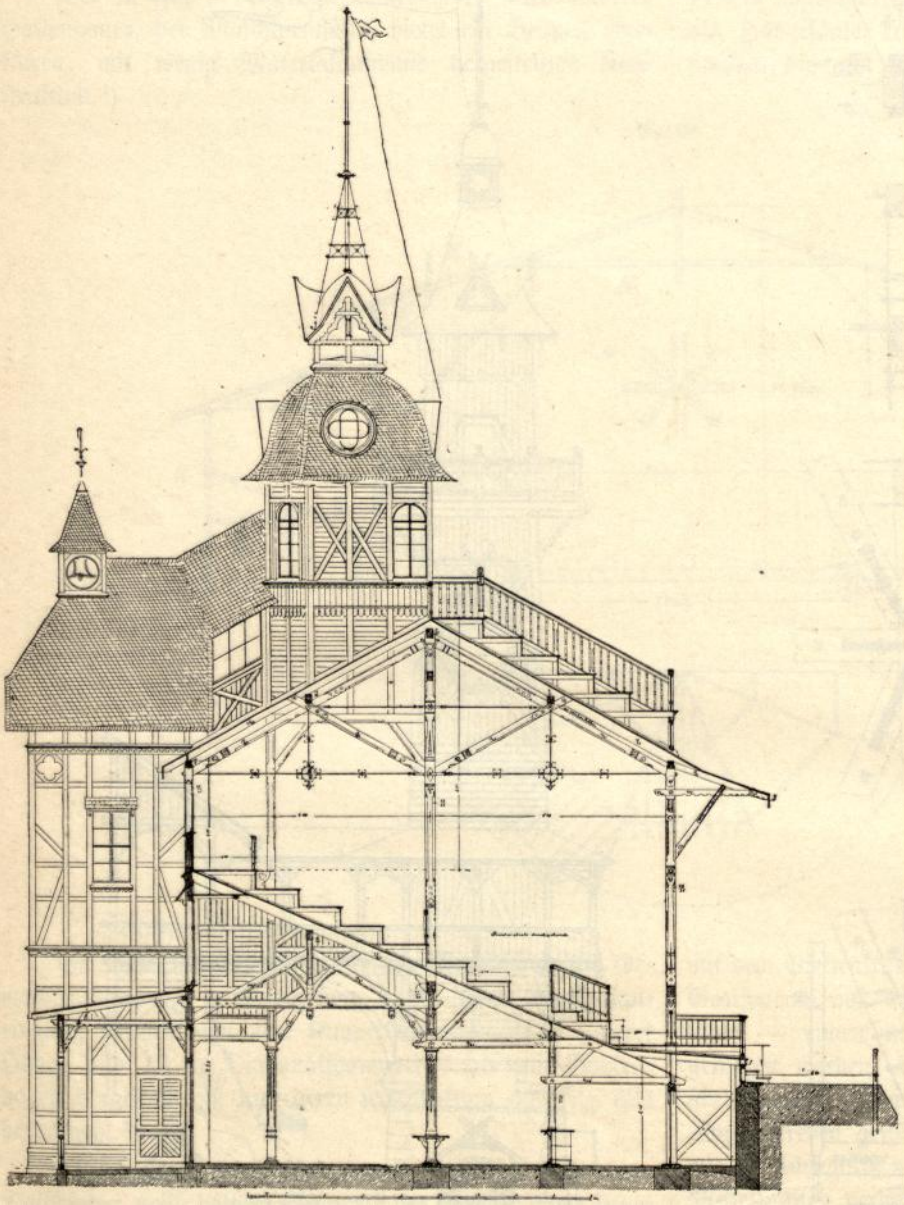


Damit war das Dachgerüst soweit hergestellt, daß die Sparren, Schalbretter und Asphaltpappe aufgebracht werden konnten. Die äußeren Wandungen wurden mit Brettern verschalt. Die wesentlichen Maße sind in der Fig. 625 angegeben. Die Konstruktion ist mit geringen Mitteln ausgeführt und bietet für den Zweck, den sie zu erfüllen hat, hinreichende Festigkeit.



Die Panoramabauten zur Aufnahme der Rundgemälde erhalten wie die Cirkusgebäude runde oder polygonale Grundrisse, bei der Dachkonstruktion ist jedoch auf eine den ganzen Bau nahe der Dachtraufe umziehende und genügend steile glasgedeckte Fläche zur Beleuchtung des Bildes Rücksicht zu nehmen.

Fig. 627.



Als Beispiel geben wir auf Tafel 69[1]) den Dachbinder des Panoramas in Karlsruhe, das bei einem Durchmesser von 32,40 m ein zwölfseitiges Polygon bildet. Die diagonal gestellten Binder bestehen aus einfachen Hängewerken, die sich in die mittlere gemeinschaftliche Hängesäule einsetzen und etwas über der Mitte durch Doppelzangen abgesteift sind. Im unteren Teil sind die Streben verdoppelt, im oberen Teil sind sie als Gitterträger gebildet, und zwischen beide schiebt sich die steilere glasgedeckte Fläche ein mittels schräger Doppelzangen, die die Wandpfosten mit den Doppelstreben und den oberen Gurtungshölzern des Gitterträgers verbinden. Der Horizontalschub ist durch Zugstangen aufgehoben, die in einem mittleren Ring zusammenlaufen, und je zweimal aufgehängt sind, um an ihnen wiederum den aus Leinwand hergestellten Lichtschirm aufzunehmen, der die Lichtzone in der Dachfläche dem Auge des Beschauers entzieht.

Bei den Ausstellungsgebäuden finden sich vielfach auch Turmbauten, teils als Flankierungen und zur Erhöhung der malerischen Wirkung, teils zur Gewinnung von Aussichts- und Übersichtspunkten, in welchem Fall der Turm meistens mit einem Fahrstuhl eingerichtet wird. Fig. 626 zeigt einen solchen Aussichtsturm von der Ausstellung in Görlitz 1885; derselbe ist im unteren Teil in Massivbau, im oberen in Holzkonstruktion ausgeführt und hatte eine Gesamthöhe von etwa 30 m; die Plattform lag auf 20 m Höhe und gewährte einen guten Überblick über die malerische Stadt und die anziehende landschaftliche Umgebung.[1])

Schließlich geben wir in Fig. 627 noch die Konstruktion der großen Zuschauertribüne der Rennbahnanlagen in Carlshorst bei Berlin. Um die geforderte große Anzahl von Plätzen unterbringen zu können, mußte die Tribüne bei 63 m Länge die ungewöhnliche Tiefe von 14 m erhalten, und es mußte im mittleren Teil der Tribüne und in halber Tiefe noch eine Dachtribüne angelegt werden. Die Stufenabsätze betragen 0,48 m, um den Zuschauern auch sitzend den Überblick über das Gelände zu ermöglichen. Hieraus und wegen einer 4 m hohen Anschüttung erhielt das Gebäude eine beträchtliche Höhe und sind die mittleren Ständer bei 26/26 cm Querschnitt 17 m hoch. Diese erhebliche Höhenentwickelung war die Veranlassung,

1) Nach den von Herrn Architekt Augenstein zur Verfügung gestellten Zeichnungen.

1) Deutsche Bauzeitung 1885.

die sonst übliche Form des Pultdaches zu verlassen und ein Satteldach zu wählen. Die Traufkante der vorderen Dachfläche wurde so weit vorgeschoben, daß die Zuschauer gegen den Regen geschützt sind, daß sich aber von den Sitzplätzen der obersten Reihe noch ein Elevationswinkel der Sehstrahlen von 10° ergiebt.[1])

§ 18.

Ermittelung der Spannungen in den Dachstuhlkonstruktionen.

Infolge der eigenartigen Anordnung der Konstruktionsstäbe sind die meisten Dachstuhlkonstruktionen in Holz statisch unbestimmte Systeme, in denen sich die Spannungen nicht genau ermitteln lassen, und bei verschiedenen Konstruktionen, insbesondere bei den durch schräge Stuhlsäulen abgesprengten, ist die genaue Ermittelung der auf die einzelnen Knotenpunkte entfallenden Lasten nicht möglich, wir sind hierbei vielmehr auf Schätzungen angewiesen. Zudem ist die Übertragung der Spannungen infolge der Verbindungsweise eine nur unvollkommene und ungleichmäßige, die Stärke der Hölzer aber mit Rücksicht auf die Verbindungen vielfach eine größere als statisch an und für sich erforderlich wäre. Außerdem lehrt die Erfahrung, daß in den gewöhnlichen Fällen die Sicherheit der Holzkonstruktionen gewährleistet ist, wenn sie nach den praktisch erprobten Regeln und nach gutem Handwerksbrauch ausgeführt sind, so daß nur in besonderen Fällen die Rechnung angewendet wird, um hiernach diejenigen Abmessungen festzulegen, die den Konstruktionsteilen mindestens gegeben werden müssen.

Die Ermittelung der Spannungen erfolgt am einfachsten nach der graphischen Methode, wobei als Belastungen pro Quadratmeter der überdeckten Fläche, aus Eigengewicht, Schnee- und Winddruck zu Grunde zu legen sind:

Beim Zinkdach	140 kg
„ Schieferdach	190 „
„ Falzziegeldach	190 „
„ gewöhnlichen Ziegeldach (Spließdach) .	220 „
„ Doppeldach und Kronendach . . .	250 „

Ein Beispiel möge den Gang der Bestimmung der Spannungen erläutern:

Ein Dachbinder von 12 m Spannweite habe eine Firstpfette und je eine Zwischenpfette aufzunehmen und werde als einfaches Hängewerk mit Gegenstreben konstruiert. Die Deckung bestehe in Schiefer, und die Bundweite betrage 3,50 m, Fig. 628.

1) Deutsche Bauzeitung 1896.

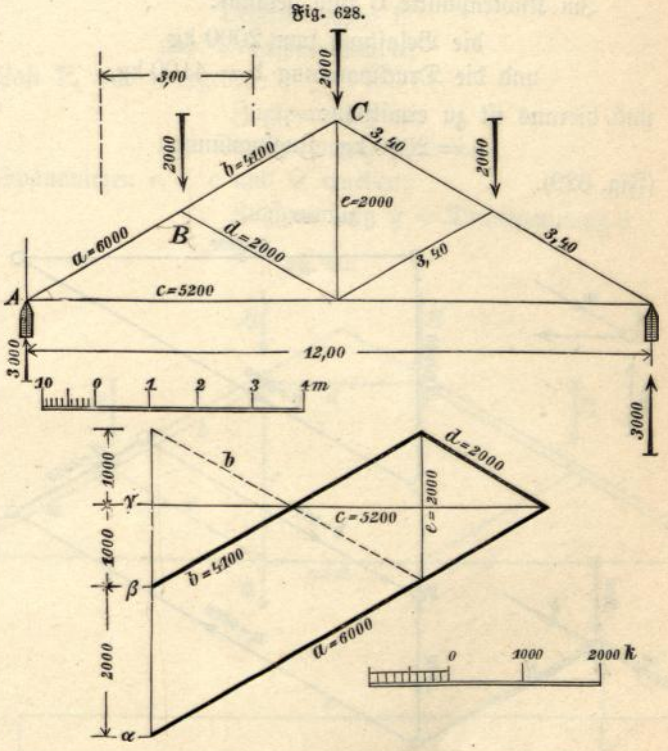
Die Belastung eines Knotenpunktes wird dann:

$$(3{,}00 \times 3{,}50)\ 190 = 2000 \text{ kg},$$

und die Auflagerreaktion

$$2000 + \frac{1}{2} \cdot 2000 = 3000 \text{ kg}.$$

Fig. 628.



Die sämtlichen an einem Knotenpunkte wirkenden Kräfte und Lasten müssen im Gleichgewicht sein, und müssen mithin, nach einem beliebigen Maßstab aufgetragen, ein geschlossenes Kräftepolygon mit einerlei Pfeilrichtung ergeben, s. Kap. VI, § 10. Es dürfen aber an jedem Knotenpunkte immer nur zwei Unbekannte vorhanden sein, da nach mehr als zwei Richtungen nicht zerlegt werden kann.

In A ist bekannt die aufwärts gerichtete Reaktion $= 2000 + 1000 =$ der Kraftlinie $\alpha\beta + \beta\gamma$, und zu ermitteln sind:

$$c = 5200 \text{ kg},$$

und

$$a = 6000 \text{ kg}.$$

Die Pfeilrichtung von c geht von dem Knotenpunkte, ist somit Zugspannung, und diejenige von a geht nach dem Knotenpunkte, ist somit Druckspannung. Die Zugspannungen sind im Kräfteplan durch schwache, die Druckspannungen durch starke Linien markiert.

Im Knotenpunkte B sind bekannt:

die Belastung von 2000 kg,

und die Druckspannung $a = 6000$ kg,

und hieraus sind zu ermitteln:

die Druckspannung d = 2000 kg
und „ „ b = 4100 „

Die Zusammensetzung bezw. Zerlegung erfolgt somit entgegengesetzt der Richtung der Zeiger der Uhr, von rechts nach links drehend, Fig. 629.

Im Knotenpunkte C sind bekannt:

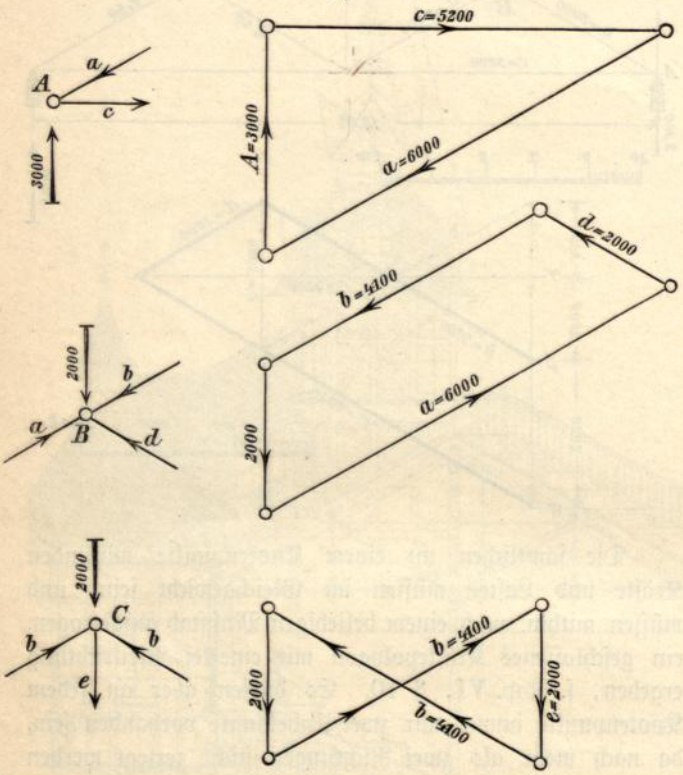
die Belastung von 2000 kg
und die Druckspannung b = 4100 kg,

und hieraus ist zu ermitteln:

e = 2000 kg, Zugspannung,

(Fig. 629).

Fig. 629.



Alle diese Spannungen sind in dem Kräftepolygon, Fig. 628, nach Cremona so aneinandergereiht, daß jede Kraft nur einmal in dem Plane vorkommt, wodurch sich die Ermittelung in einfacher Weise durchführen läßt.

Nachdem die Spannungen bekannt sind, können nach Kap. VII die Querschnitte der Konstruktionsstäbe bestimmt werden.

a) Strebe.

Es ist: die Normalspannung N = 6000 kg
Biegungsbeanspruchung P = 2000 „
Länge 340 cm,

somit nach Formel (42)

$$S = \frac{3 \cdot 2000 \cdot 340}{4\,b\,h^2} + \frac{5 \cdot 6000}{2\,b\,h}$$

Es sei b = 17 cm und h = 25 cm,

dann wird

$$S = \frac{3 \cdot 2000 \cdot 340}{4 \cdot 17 \cdot 25^2} + \frac{5 \cdot 6000}{2 \cdot 17 \cdot 25} = 34 + 35 = 69 \text{ kg},$$

somit richtig.

b) Bundbalken.

Die Zugspannung ist Z = 5200 kg,

somit nach Formel (43)

$$b\,h = \frac{Z}{12} = \frac{5200}{12} = 433;$$

für $b = \frac{3}{4}\,h$

wird $\frac{3}{4}\,h^2 = 433,$

und hieraus

h = 23 cm,
b = 17 cm.

c) Gegenstrebe.

Die Druckspannung ist N = 2000 kg,
die Länge l = 340 cm,

somit nach Formel (40)

$$h = 0{,}294\,\sqrt{2000} = 13 \text{ cm},$$

und nach Formel (41)

$$h = \sqrt[4]{2{,}4^2 \cdot 6000} = 13 \text{ cm},$$

d. h. der Querschnitt wird auf Druck und auf Zerknickung gleich stark,

und zwar 13×13 cm.

d) Hängesäule.

Zugspannung Z = 2000 kg,

somit nach Formel (47)

$$h = 0{,}4\,\sqrt{2000} = 18 \text{ cm}.$$

Da die Streben eine Breite von 17 cm erhalten, so kann die Stärke der Hängesäule mit 18/18 cm beibehalten werden.

(Wegen vereinfachter Querschnittsberechnung siehe die Fußnote Seite 124).

In dem Fig. 630 dargestellten Hängewerk seien die Dachlasten P_1 und P_2, und die durch die Hängesäulen aufgenommenen Lasten Q_1 und Q_2; die Reaktion A wird dann $= P_1 + Q_1 + \frac{P_2}{2} + \frac{Q_2}{2}$.

Aus A ergeben sich:

Zugspannung c,
und Druckspannung a;

aus $P_1 + Q_1$ und a ergeben sich:

Druckspannung d,
und Druckspannung b,

aus d, c, Q_2, c und d ergiebt sich:

Zugspannung e.

System Fig. 631.

Die Reaktion wird $2000 + 1000 = 3000$ kg, und zerlegt sich nach der Zugspannung $c = 5200$ kg, und der Druckspannung $a = 6000$ kg;

Fig. 630.

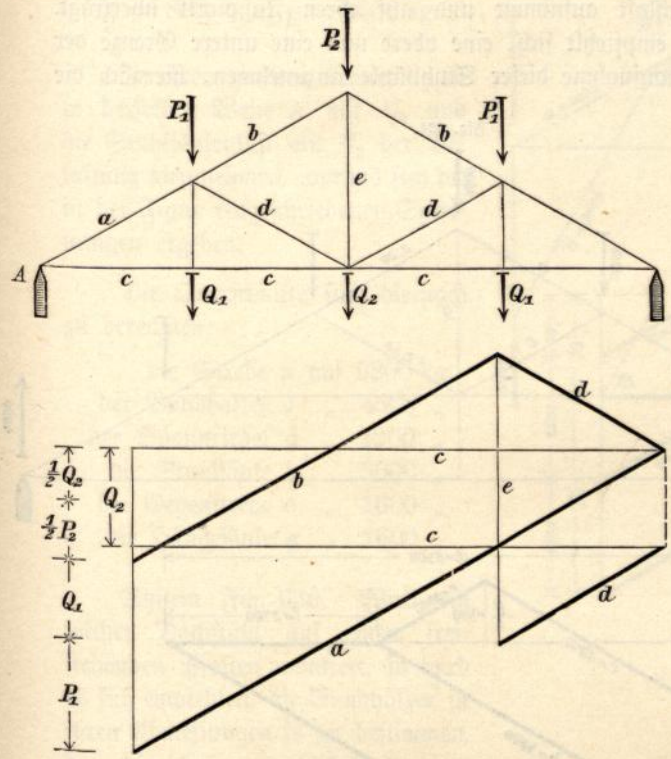
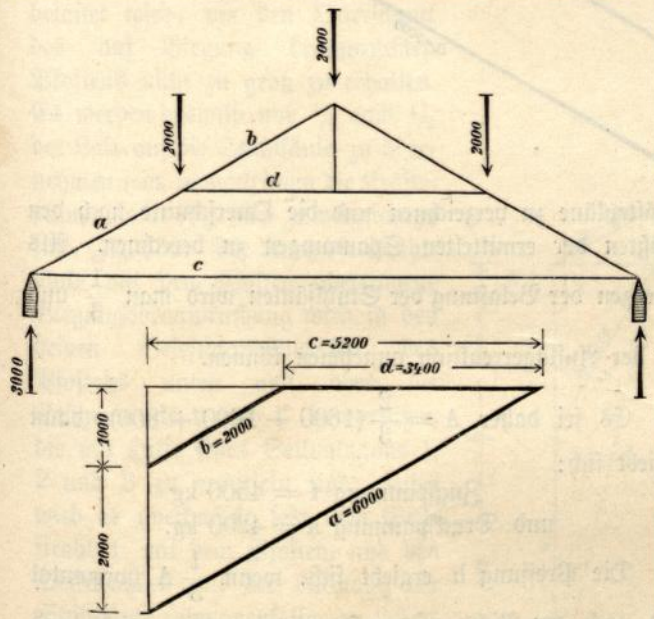


Fig. 631.



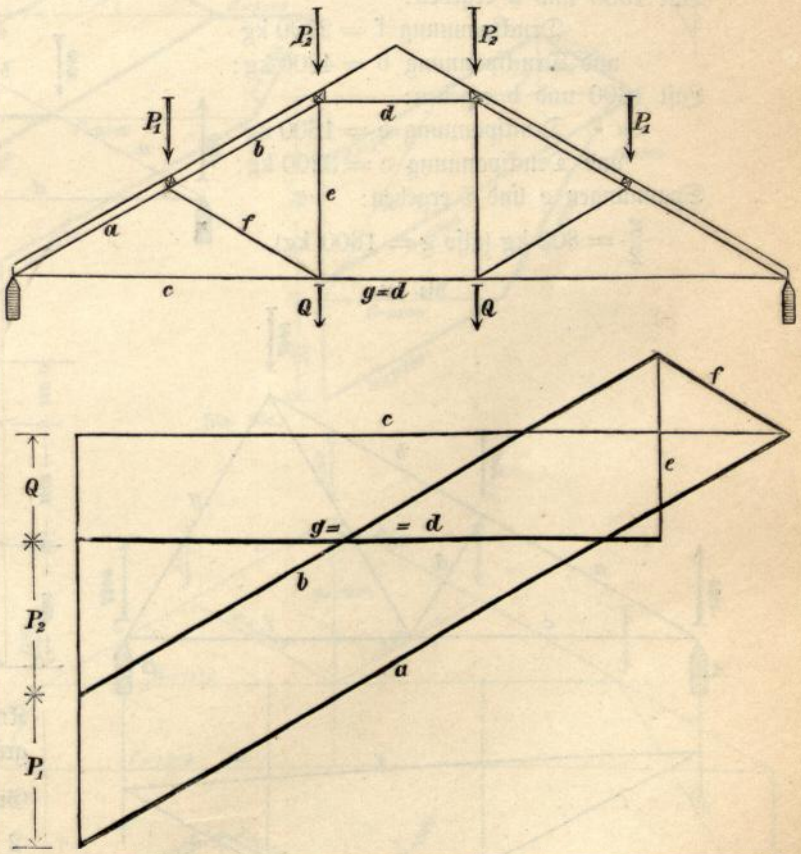
aus der Knotenpunktslast 2000 und a ergeben sich:

Druckspannung $d = 3400$ kg,
Druckspannung $b = 2000$ kg.

System Fig. 632.

Die Reaktion wird $P_1 + P_2 + Q$, und zerlegt sich nach: der Zugspannung c,
und der Druckspannung a;
Last P_1 und a ergeben:
Druckspannung f,
und Druckspannung b;
Last P_2 und b ergeben:
Zugspannung e,
und Druckspannung d;
Spannungen e, f, c und Q ergeben:
Zugspannung g = Druckspannung d.

Fig. 632.



System Fig. 633, Sheddach.

Die Knotenpunktslasten seien je 2000 kg; da die Lastverteilung unsymmetrisch ist, so sind mit Hilfe eines beliebigen Seilpolygons die Reaktionen zu ermitteln, und es wird

$A = 1700$ kg,
$B = 2300$ kg.

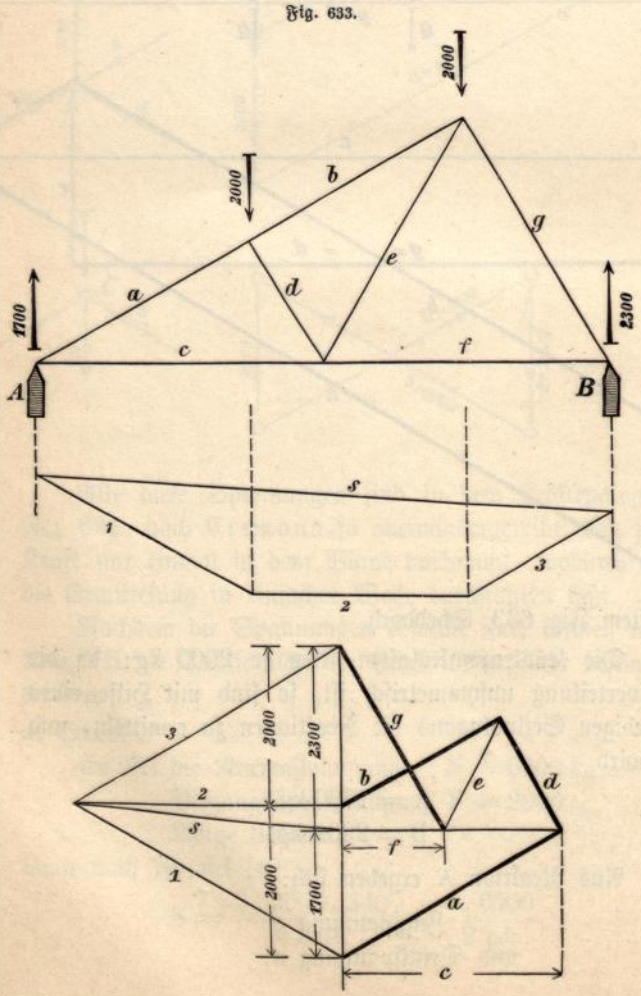
Aus Reaktion A ergeben sich:

Zugspannung c,
und Druckspannung a;

Last 2000 und a ergeben:
Druckspannung d
und Druckspannung b.
Spannungen d und c ergeben:
Zugspannung f
und Zugspannung e.
Last 2000 und b und e ergeben:
Druckspannung g.

System Fig. 634.
Die Reaktion wird
$1600 + 1600 + 800$,
und ergiebt: Zugspannung $d = 6800$ kg
und Druckspannung $a = 8000$ kg;
Last 1600 und a ergeben:
Druckspannung $f = 2700$ kg
und Druckspannung $b = 4800$ kg;
Last 1600 und b ergeben:
Druckspannung $e = 1600$ kg
und Druckspannung $c = 3200$ kg;
Spannungen e und f ergeben:
$\frac{g}{2} = 800$ kg (also $g = 1600$ kg).

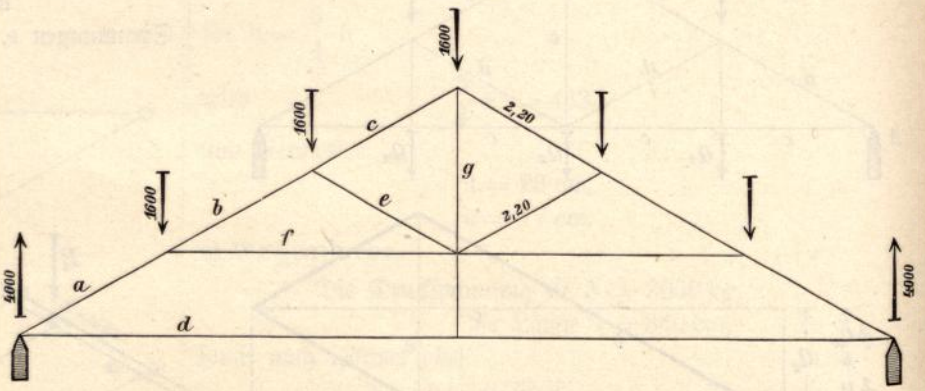
Fig. 633.

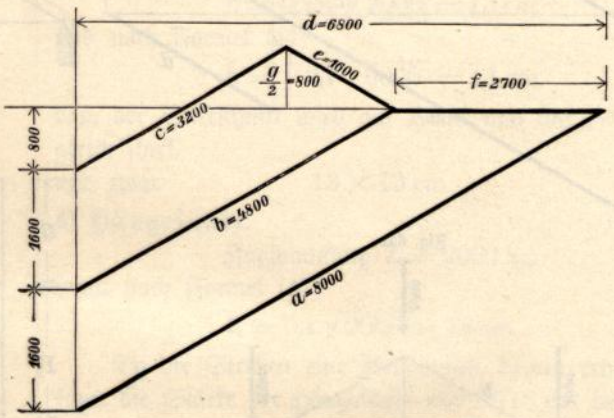


System Fig. 635.

Hier ist der Knotenpunkt K durch eine schrägstehende Stuhlsäule unterstützt, die sich auf einen Träger oder in einen Wandpfosten einsetzt, und die je nach der Genauigkeit der Arbeit einen mehr oder weniger großen Teil der Dachlast aufnimmt und auf ihren Fußpunkt überträgt. Es empfiehlt sich, eine obere und eine untere Grenze der Lastaufnahme dieser Stuhlsäule anzunehmen, hiernach die

Fig. 634.





Kräftepläne zu verzeichnen und die Querschnitte nach den größten der ermittelten Spannungen zu berechnen. Als Grenzen der Belastung der Stuhlsäulen wird man $\frac{1}{3}$ und $\frac{2}{3}$ der Auflagerreaktion annehmen können.

Es sei daher $A = \frac{2}{3}(1600 + 1600 + 800)$, dann ergiebt sich:

Zugspannung $f = 4500$ kg
und Druckspannung $a = 4200$ kg.

Die Pressung h ergiebt sich, wenn $\frac{1}{3}$ A horizontal und nach der Richtung der Stuhlsäule zerlegt wird, und es ergeben sich dann im Punkte K aus 1600 kg, a und h:
die Druckspannung $d = 1200$ kg
und die Druckspannung $b = 4800$ kg;

Last 1600 und b ergeben

Druckspannung e = 1600 kg,
und „ c = 3200 kg;

und e und d ergeben:

$\frac{g}{2} = 800$, d. h. $g = 1600$ kg.

In einem zweiten Kräfteplan ist in derselben Weise A mit $^1/_3$ und die Stuhlsäulenlast mit $^2/_3$ der Belastung anzunehmen, woraus sich die in der Figur eingeschriebenen Spannungen ergeben.

Die Querschnitte sind hiernach zu berechnen:

die Strebe	a	auf	5200 kg,
der Bundbalken	f	„	4500 „
der Spannriegel	d	„	1200 „
die Stuhlsäule	h	„	3000 „
die Gegenstrebe	e	„	1600 „
die Hängesäule	g	„	1600 „

Fig. 635.

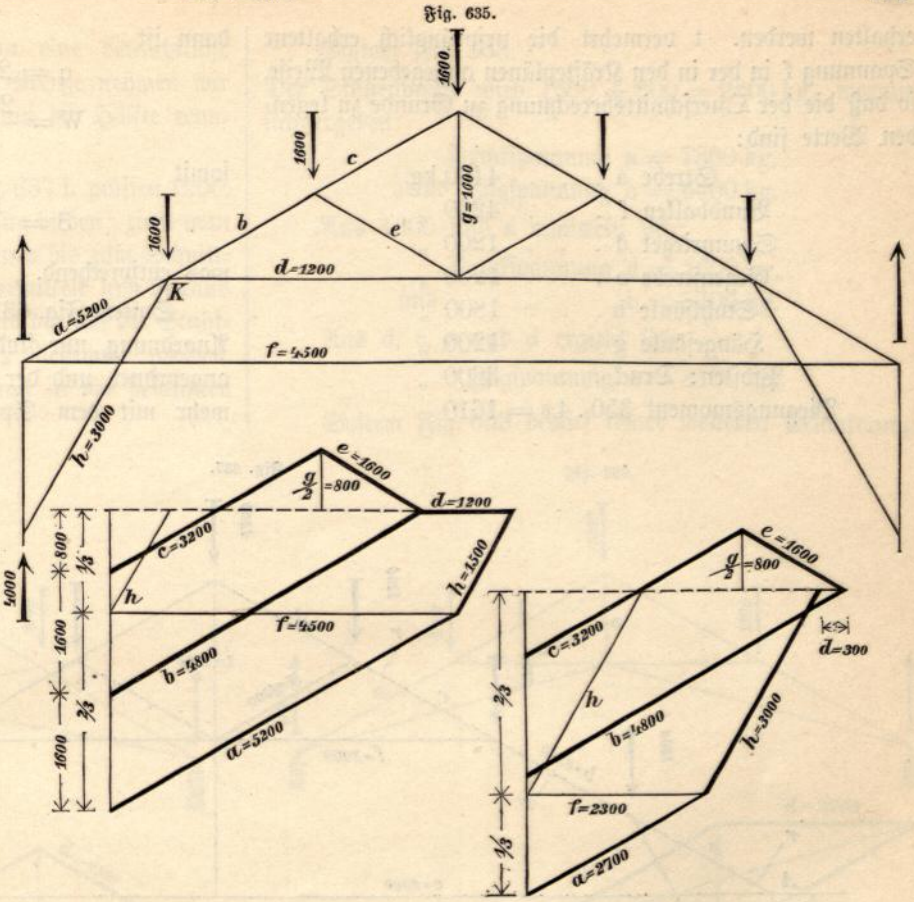
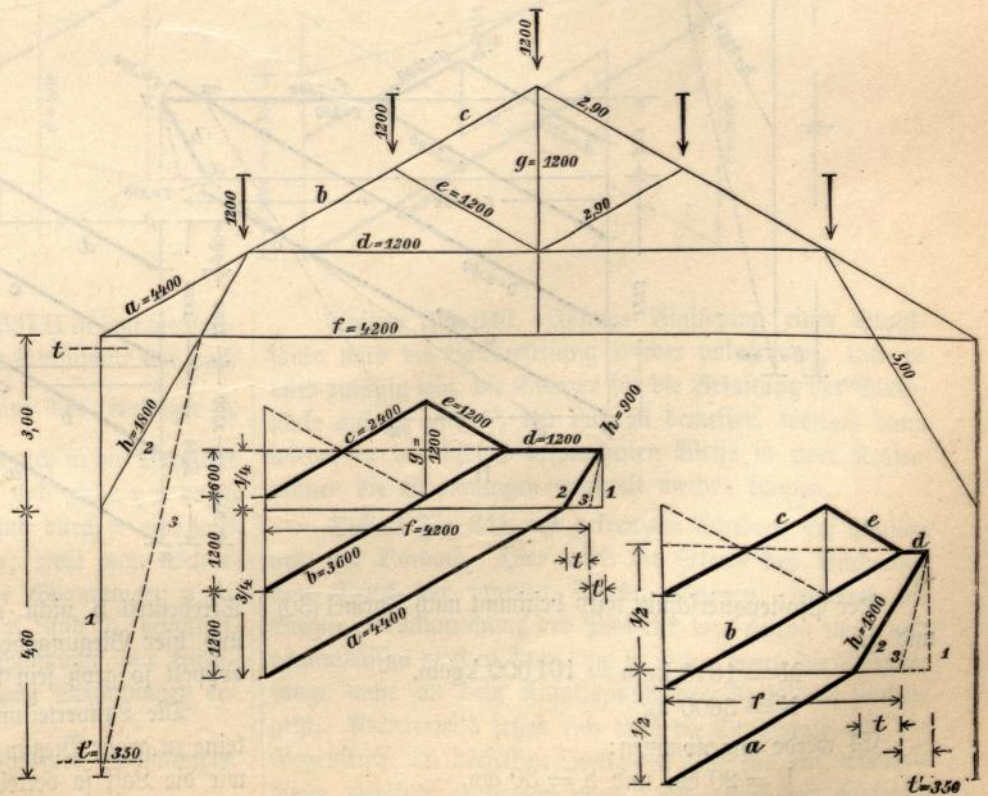


Fig. 636.

System Fig. 636. Wird ein solcher Dachstuhl auf einem freistehenden Pfosten montiert, so wird es sich empfehlen, die Bundhölzer in ihren Abmessungen so zu bestimmen, daß die schräge Stuhlsäule weniger belastet wird, um den Querschnitt des auf Biegung beanspruchten Pfostens nicht zu groß zu erhalten. Es werden deshalb nur $^1/_4$ und $^1/_2$ der Last auf die Stuhlsäule zu übernehmen sein, wonach dann die Kräftepläne wie in Fig. 635 zu verzeichnen sind, Fig. 636. Die durch die Stuhlsäule auf den Pfosten übertragene Biegungsbeanspruchung wird in den beiden Befestigungspunkten des Pfostens unten und oben die Stützendrucke t und t′ hervorrufen, die mit Hilfe eines Seilpolygons 1, 2 und 3 zu ermitteln sind; dabei wird es zweckmäßig sein, den Seilstrahl 1 mit dem Pfosten, und den Seilstrahl 2 mit der Richtung der Stuhlsäule zusammenfallen zu lassen, so daß durch Ziehen der Linie 3 und der hierzu Parallelen im Kräfteplan die Werte t und t′ unmittelbar



erhalten werden. t vermehrt die ursprünglich erhaltene Spannung f in der in den Kräfteplänen angegebenen Weise, so daß die der Querschnittsberechnung zu Grunde zu legenden Werte sind:

Strebe a . . .	4400 kg,
Bundbalken f . . .	4200 „
Spannriegel d . . .	1200 „
Gegenstrebe e . . .	1200 „
Stuhlsäule h . . .	1800 „
Hängesäule g . . .	1200 „
Pfosten: Druck . . .	3600 „
Biegungsmoment $350 \cdot 4{,}6 =$	1610 „

dann ist

$$q = 20 \cdot 30 = 600 \text{ qcm},$$

$$W = \frac{20 \cdot 30^2}{6} = 3000,$$

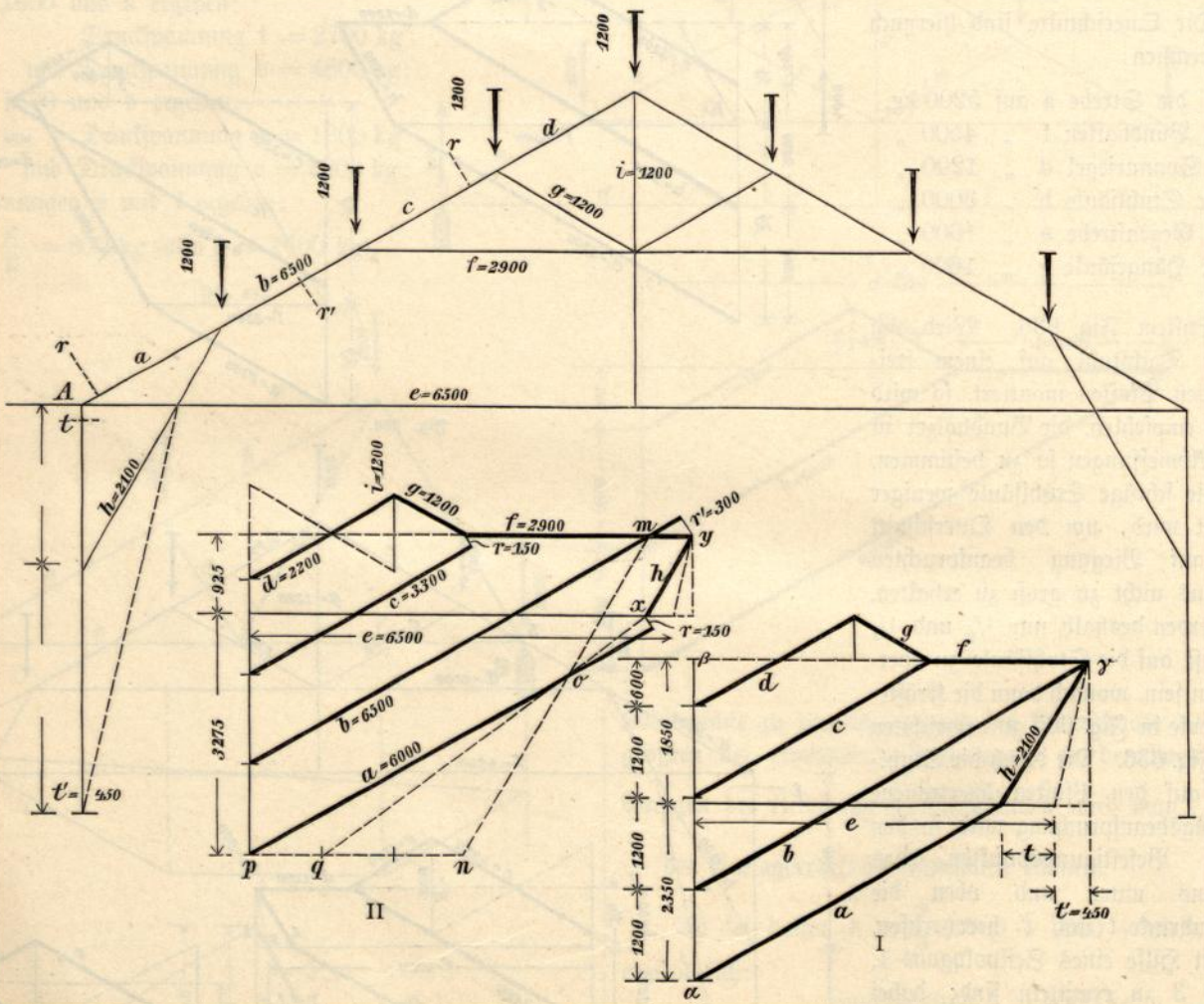
somit

$$S = \frac{161000}{3000} + \frac{3600}{600} = 60 \text{ kg},$$

was entsprechend.

System Fig. 637. Dieser Dachstuhl zeigt eine ähnliche Anordnung, nur sind auf jeder Seite drei Zwischenpfetten angeordnet, und der Kopfpunkt der Stuhlsäule h fällt nicht mehr mit dem Spannriegel f zusammen, so daß der

Fig. 637.



Der Pfostenquerschnitt wird bestimmt nach Formel (30) und ist:

$$M = 1610 \text{ kgm} = 161000 \text{ kgcm},$$

$$N = 3600 \text{ kg}.$$

Es werde angenommen:

$$b = 20 \text{ cm und } h = 30 \text{ cm},$$

Strebenteil b nicht mehr in einem festen Dreieck liegt, und hier Biegungsbeanspruchungen r' auftreten, die etwa doppelt so groß sein werden wie in den Feldern a und c.

Die Lastverteilung muß so erfolgen, daß der Pfosten keine zu große Biegung erfährt; als oberste Grenze werden wir die Last so verteilen, daß die Strebe ohne Biegung

arbeitet, was auf den Pfosten schon eine beträchtliche Biegung hervorbringt und als untere Grenze nehmen wir an, daß die Last auf die Stuhlsäule auf die Hälfte reduziert sei.

Für die Strebe ohne Biegung, Fig. 637 I, müssen 1200, a, h und b einen geschlossenen Kräftezug bilden; zieht man deshalb durch β eine Horizontale, dann b bis zum Schnittpunkt γ, so können hiernach a und h ermittelt und hieraus der Stützendruck in A mit 2350 kg und die auf die Stuhlsäule übertragene Last mit 1850 kg bestimmt werden. Die übrigen Spannungen werden dann in der bekannten Weise verzeichnet.

System Fig. 638.

Der Stützenpunkt wird $1600 + 800 = 2400$ kg, woraus sich ergeben:

Druckspannung $a = 7300$ kg,
und Zugspannung $c = 6400$ kg.

Aus 1600 und a ermitteln sich:

Druckspannung $d = 1600$ kg,
und „ $b = 5700$ kg.

Aus d, c, c und d ergiebt sich:

Zugspannung $e = 4100$ kg.

System Fig. 639 bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Fig. 638.

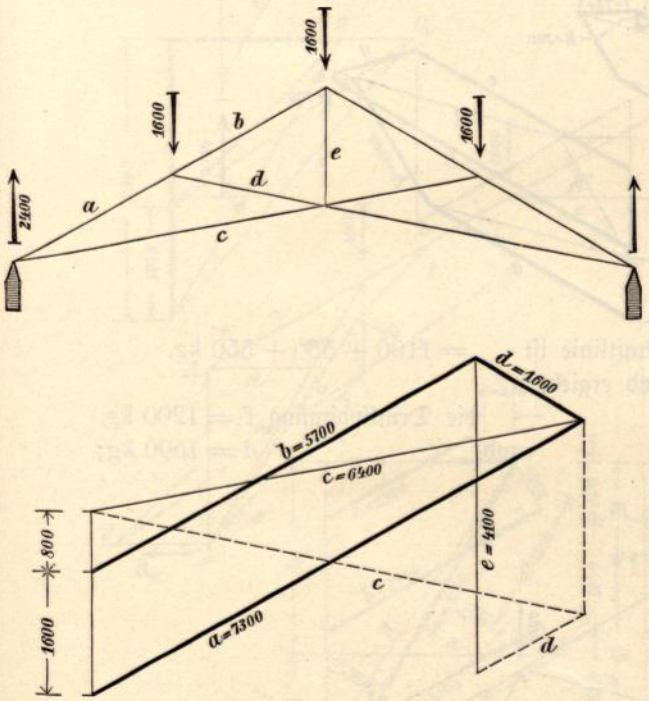
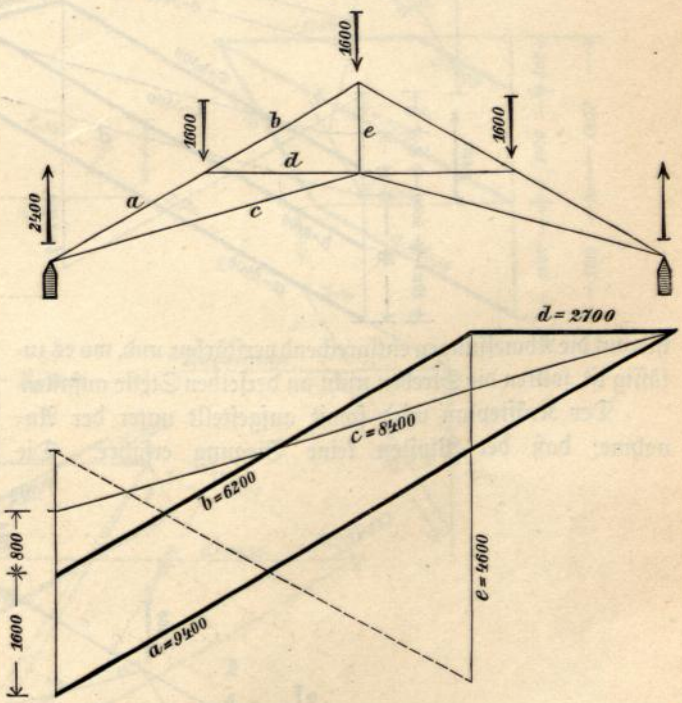


Fig. 639.



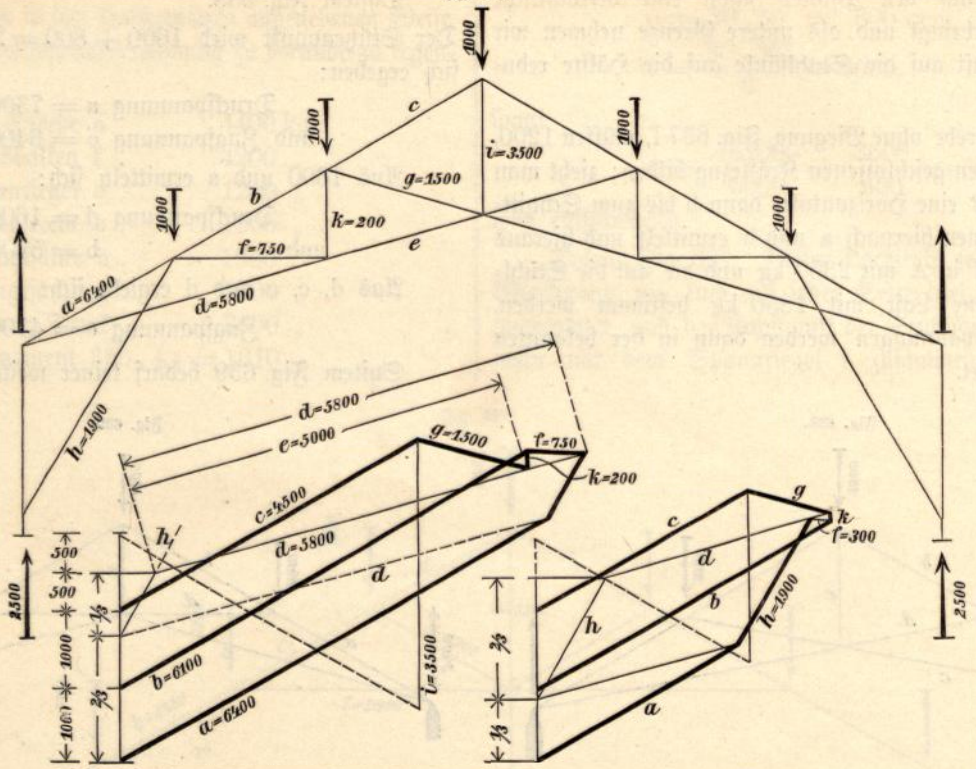
In einem zweiten Kräfteplan Fig. 637 II ist jetzt die Lastverteilung derart vorzunehmen, daß die Stuhlsäule nur noch $\frac{1850}{2} = 925$ kg erhält, wogegen auf das Auflager A 3275 kg entfallen. Man ziehe nun b, durch m die Parallele zu h, teile p n in drei gleiche Teile und ziehe q x durch den Schnittpunkt o von a mit m n, und durch x eine Lotrechte zu a und eine Parallele zu h; zieht man noch r' senkrecht zu b, so sind hierdurch die Spannungen a, b, deren Biegungsspannungen r und r' und h ermittelt. Zwischen c und g ist eine Biegungsspannung = r einzuschalten, wonach dann auch die übrigen Spannungen ermittelt sind.

Die Querschnitte sind nach den größten Spannungen aus beiden Kräfteplänen zu berechnen.

System Fig. 640. Infolge Einfügung einer Stuhlsäule wird die Lastverteilung wieder unbestimmt, und es wird zulässig sein, die Grenzen für die Belastung der Stuhlsäule auf $^1/_3$ und $^2/_3$ der Last zu bemessen, wonach dann wieder in der bisher besprochenen Weise in zwei Kräfteplänen die Spannungen ermittelt werden können.

System Fig. 641 mit gekreuzten Bändern auf Pfosten und mit Vordach. Hier wirkt die Strebe des Vordaches dem Druck der inneren Strebe entgegen, wodurch die Biegungsbeanspruchung des Pfostens nur gering wird und vernachlässigt werden kann, um so mehr, wenn die Doppelzange nahe an dem Anfallspunkt der Stuhlsäule vorbeigeht. Andererseits setzen sich aber die Stuhlsäule und die Gegenstrebe an derselben Stelle des Pfostens ein, wodurch dieser merklich geschwächt wird. Man muß mit Rücksicht

Fig. 640.

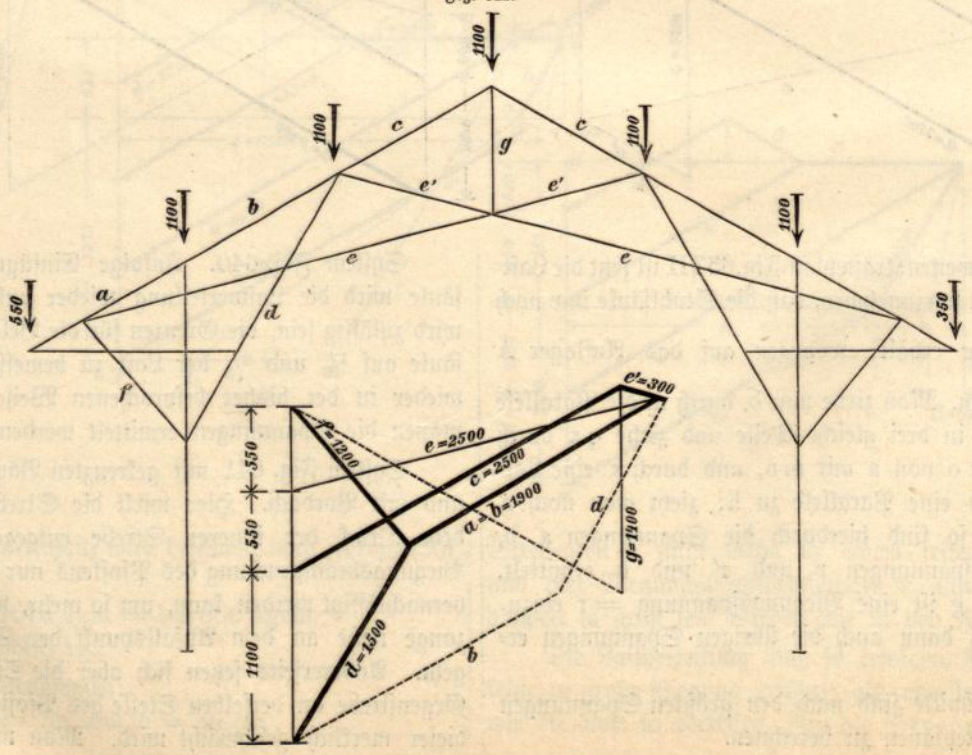


hierauf die Abmessungen entsprechend verstärken, und, wo es zulässig ist, sollten die Streben nicht an derselben Stelle anfallen.

Der Kräfteplan wird somit aufgestellt unter der Annahme, daß der Pfosten keine Biegung erfahre. Die Kraftlinie ist $= 1100 + 550 + 550$ kg, und ergiebt:

die Druckspannung $f = 1200$ kg,
und „ „ $d = 1500$ kg;

Fig. 641.



die Last 550 und f geben:

die Zugspannung e = 2500 kg,

und die Druckspannung a = 1900 kg;

b wird = a und

die Last 1100, b und d geben:

die Druckspannung e′ = 300 kg,

und „ „ c = 2500 kg;

c, 1100 und c geben:

die Zugspannung g = 1400 kg.

System Fig. 642, Ardant'scher Dachstuhl.

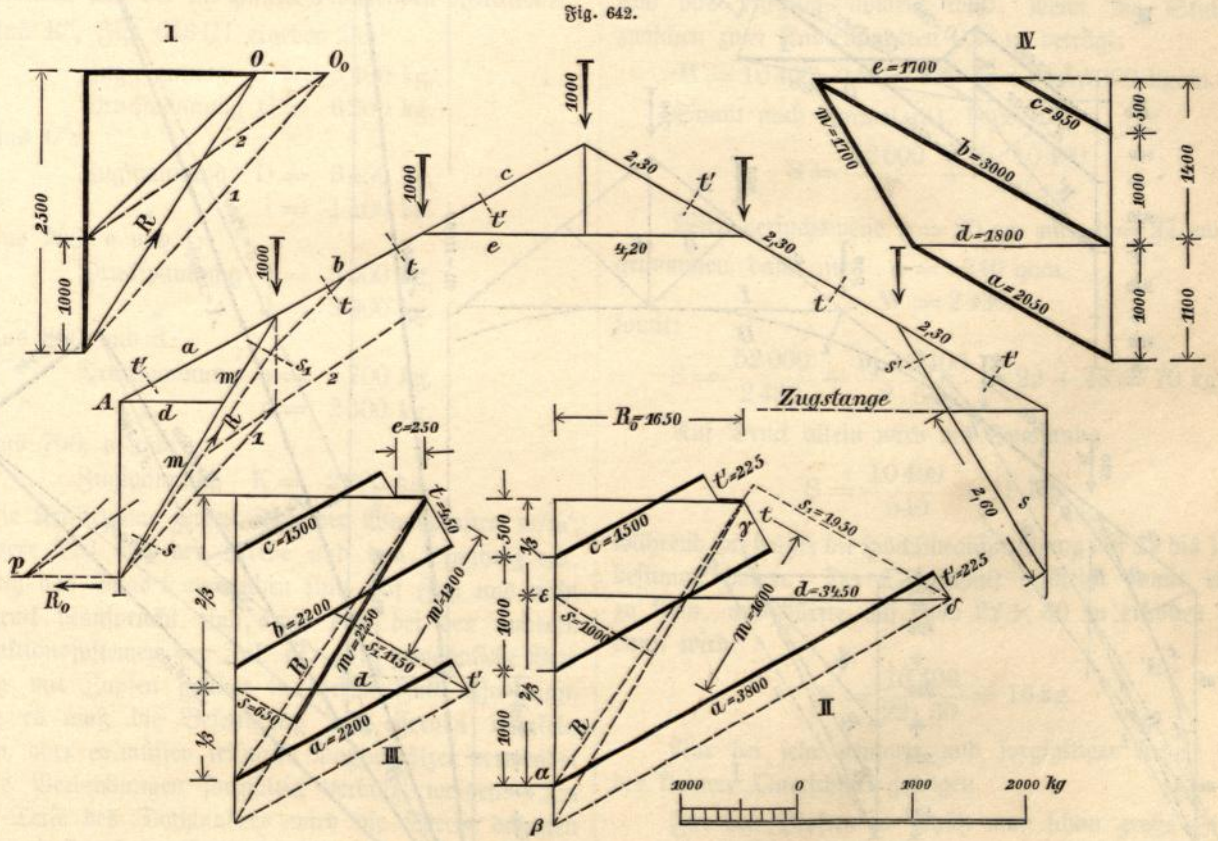
Der Strebenfuß muß fest bleiben, wenn sich der Dachstuhl unter der Last einsenkt; der obere Teil der Strebe biegt sich in einer Richtung, der untere Teil entgegengesetzt und diese zwei Biegungen sollen sich ausgleichen. Deshalb muß ein Resultanten-Polygon ungefähr durch die Mitte des freien Stückes der Strebe gehen.

Man verzeichnet zu diesem Zweck nach Fig. 642 I ein vorläufiges Seilpolygon 1, 2 mit dem beliebigen Pol O_0, verlängert den Seilstrahl 2, z. B. bis zum Schnittpunkt p mit der Horizontalen durch den Fußpunkt der Stuhlsäule, verbindet p mit dem mittleren Punkte von b, und zieht im Kräfteplan eine Parallele, so ergiebt sich auf der Wagrechten durch O_0 ein neuer Pol O für ein Seilpolygon, das durch den Fußpunkt der Stuhlsäule und den mittleren Punkt des Stabes b geht, woraus sich dann die Resultierende R am Fußpunkte der Stuhlsäule ergiebt.

Für die Lastaufnahme der Stuhlsäule wird nun wieder eine obere und eine untere Grenze anzunehmen sein, und zwar wird $^1/_3$ und $^2/_3$ der Gesamtlast als angemessen erscheinen, wonach dann die beiden Kräftepläne in folgender Weise verzeichnet werden, wenn die Biegungsspannungen Berücksichtigung finden sollen.

Die Stuhlsäule erhalte $^1/_3$ der Gesamtlast von 1000 + 1000 + 500 kg. Man ziehe R, und zerlege lotrecht nach $\alpha\beta$ und parallel zu m nach $\beta\gamma$, Fig. 642 II.

Fig. 642.



Die Reaktion in A = $^2/_3$ der Last zerlegt sich nach d und a mit der Biegungsspannung t′, welch' letztere man erhält, wenn man $\beta\delta \parallel$ a bis zum Schnittpunkt δ_1 mit d zieht, und es ergiebt sich:

die Zugspannung d = 3450 kg,

die Biegungsbeanspruchung t′ = 225 kg,

und die Druckspannung a = 3800 kg.

Lote von ε auf m und von δ auf m geben die Biegungsspannungen der Stuhlsäule, und zwar

s = 1000 kg und s_1 = 1950 kg,

und es ergiebt sich die

Druckspannung m = 1600 kg.

Im oberen Knotenpunkt müssen die Last 1000 und die Spannungen b, t, e, t′ und c ein geschlossenes Kräftepolygon bilden; zieht man daher durch γ die Linie t senkrecht auf b und macht $t' = \frac{1}{2}t =$ dem bereits bei a ermittelten t′, so werden dadurch die Längen der Linien b, c und e und damit deren Größe bestimmt.

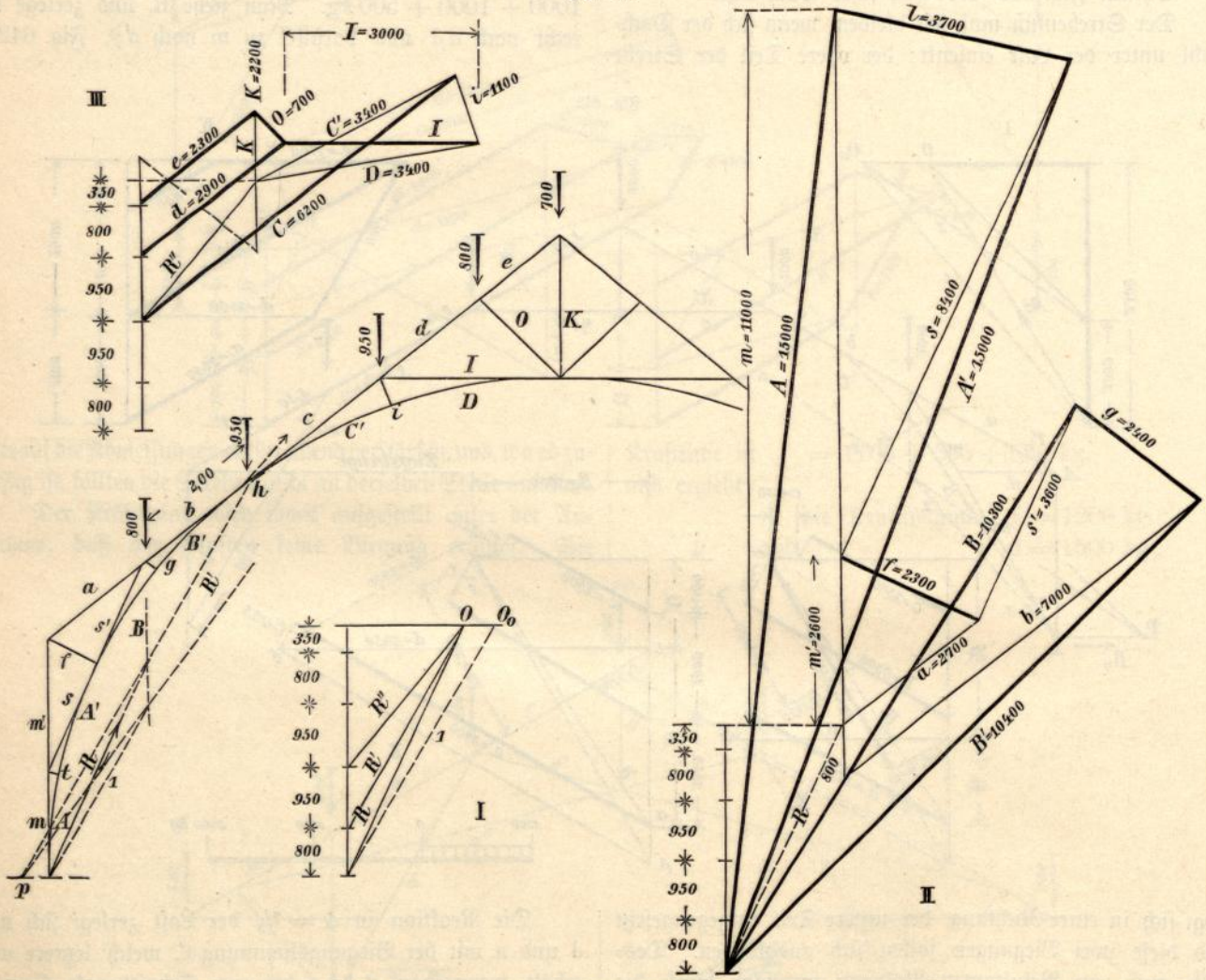
In derselben Weise werden die Spannungen im Kräfteplan III ermittelt unter der Annahme, daß die Stuhlsäule $\frac{2}{3}$ der Last erhalte, und die Querschnitte werden dann unter Zugrundelegung der größten Spannungen ermittelt. [1])

Bei Einfügung einer Zugstange, die den Horizontalschub aufnimmt, werden die Biegungsspannungen beseitigt, und der Kräfteplan würde die Gestalt Fig. 642 IV annehmen mit den darin verzeichneten Größen der Spannungen.

System Fig. 643, Bogenbinder.

Der obere Teil des Binders sitzt im Punkte h auf dem unteren, und die Beanspruchungen der Strebe werden in beiden Teilen entgegengesetzte sein. Ein Seilpolygon muß durch den Fußpunkt des Binders und durch h gehen, woraus sich die Resultierenden R, R′ und R″, Fig. 643 I ergeben.

Fig. 643.



Aus R ergeben sich, Fig. 643 II:

Zugspannung $m = 11000$ kg,

und Druckspannung $A = 15000$ kg.

Aus A ergeben sich:

Druckspannung $l = 3700$ kg,

und „ $A' = 15000$ kg.

Aus l und m:

Zugspannung $m' = 2600$ kg,

„ $s = 8400$ kg.

1) Die nähere Begründung für die Art der Verzeichnung des Kräftеplans, auf die wir hier verzichten müssen, siehe in: Fermes de comble, par Planat. Aulanier & Co., Paris.

Aus m′:

Zugspannung a = 2700 kg,
Druckspannung f = 2300 kg.

Aus A′, s und f:

Zugspannung s′ = 3600 kg,
Druckspannung B = 10300 kg.

Aus B:

Druckspannung g = 2400 kg,
„ B′ = 10400 kg.

Aus g, s′, a und 800:

Zugspannung b = 7000 kg.

In derselben Weise sind die Spannungen im oberen Teil ermittelt aus der im Punkte h wirkenden Reaktion R″.

Aus R″, Fig. 643 III ergeben sich:

Zugspannung C′ = 3400 kg,
Druckspannung C = 6200 kg.

Aus C′:

Zugspannung D = 3400 kg,
„ i = 1100 kg.

Aus 950, c und i:

Druckspannung I = 3000 kg,
„ d = 2900 kg.

Aus 800 und d:

Druckspannung o = 700 kg,
„ e = 2300 kg.

Aus 700, e und e:

Zugspannung K = 2200 kg.

Die Kräftepläne zeigen, daß der Wandpfosten m/m′, der untere Teil a/b der Strebe und das Tragholz s/s′, die durch das Band f verbunden sind, auf Zug und nicht auf Druck beansprucht sind, wie dies bei den anderen Konstruktionssystemen der Fall ist. Die gewöhnliche Verbindung mit Zapfen genügt in diesem Fall also nicht, sondern es muß die Befestigung mit eisernen Winkeln erfolgen, oder es müssen teilweise Doppelhölzer verwendet und die Verbindungen sorgfältig verbolzt werden. Im oberen Teile des Dachbinders wird die Strebe dagegen wieder auf Druck beansprucht, während im Bogen umgekehrt die unteren Teile A bis B′ auf Druck, die oberen C′ und D auf Zug beansprucht sind.

Die Hölzer des unteren Teiles sind außerordentlich stark beansprucht gegenüber dem oberen Teile, und wenn man die Querschnitte nach den größten Spannungen berechnet, so werden sich für den oberen Teil übertriebene Stärken ergeben.

Wenn alle Teile sorgfältig und fest miteinander verbunden werden, so kann sich der Bogen, der je zwischen zwei Knotenpunkten gleichzeitig auf Biegung beansprucht wird, nicht mehr merklich krümmen, da er in fester Verbindung mit den übrigen Verbandhölzern ein Ganzes von großer Höhe bildet, das der Biegung einen großen Widerstand entgegensetzt.

Es ist weiter zu beachten, daß am Fuße des Dachstuhles die sehr große Zugspannung des Pfostens m und die starke Druckspannung des Bogens A im entgegengesetzten Sinne auf die Verbindung wirken, so daß nur der Überschuß des Druckes über den Zug gleich dem Gewicht der halben Dachlast vorhanden ist.

Es ist daher nicht notwendig, den Bogen nach den Wirkungen A und A′ zu berechnen, sondern es genügt, wenn die Beanspruchungen B und B′ zu Grunde gelegt werden. Hier beträgt die Normalspannung N = 10400 kg, und das Biegungsmoment wird, wenn die Stichhöhe zwischen zwei Knotenpunkten 0,05 m beträgt:

$$M = 10400 \,.\, 0{,}05 = 520 \text{ kgm} = 52000 \text{ kgcm}.$$

Somit nach Formel (31, bezw. 42):

$$S = \frac{52000}{W} + \frac{5 \,.\, 10400}{2\,q}.$$

Wird versuchsweise b = 20 cm und h = 27 cm angenommen, dann ist: q = 540 qcm,

$$W = 2430,$$

somit:

$$S = \frac{52000}{2430} + \frac{5 \,.\, 10400}{2 \,.\, 540} = 22 + 48 = 70 \text{ kg}.$$

Auf Druck allein wird die Spannung

$$S = \frac{10400}{540} = 19 \text{ kg},$$

während wir früher die Höchstbeanspruchung auf 12 bis 15 kg bestimmt haben. Der Querschnitt erscheint somit etwas zu klein, und dürfte auf etwa 22×30 zu erhöhen sein; dann wird:

$$S = \frac{10400}{22 \,.\, 30} = 16 \text{ kg}.$$

Nur bei sehr genauer und sorgfältiger Arbeit kann der kleinere Querschnitt genügen.

Für den Pfosten m erhält man schon große Sicherheit, wenn der Berechnung der Mittelwert $\frac{m + m'}{2}$ zu Grunde gelegt wird.

Es ist somit:

$$N = \frac{11000 + 2600}{2} = 6800 \text{ kg},$$

Höhe l = 2 m,

somit nach Formel (40) bei quadratischem Querschnitt:

$$h = 0{,}294 \sqrt{6800} = 24 \text{ cm},$$

und nach Formel (41)

$$h = \sqrt[4]{2^2 \,.\, 6800} = 14 \text{ cm},$$

somit ist zu wählen $^{24}/_{24}$ cm.

Die Berechnung der Strebe erfolgt nach Formel (42); die größte Druckbeanspruchung findet sich im Felde b mit $N = 7000$ kg; die Pfettenlast beträgt hier $P = 950$ kg und die Feldlänge $l = 200$ cm; es wird somit:

$$S = \frac{3 \cdot 950 \cdot 200}{4 \cdot bh^2} + \frac{5 \cdot 7000}{2\,bh}.$$

Wird $b = 15$ und $h = 23$ cm angenommen, dann ist:

$$S = \frac{3 \cdot 950 \cdot 200}{4 \cdot 15 \cdot 23^2} + \frac{5 \cdot 700}{2 \cdot 15 \cdot 23} = 15 + 51 = 66\,\text{kg}.$$

Wenn man bedenkt, daß die Strebe hier nicht auf Druck, sondern auf Zug beansprucht ist, und die Zugspannung für sich allein $\frac{7000}{15 \cdot 23} = 21$ kg betragen würde, während wir bei den auf excentrischen Zug beanspruchten Stäben nur 12 bis 15 kg zugelassen haben, so erscheint die Strebe zu schwach, und sie sollte so weit verstärkt werden, daß die angegebene Maximalspannung nicht überschritten wird.

Für $b = 20$, und $h = 27$ cm wird:

$$S = \frac{7000}{20 \cdot 27} = 13\,\text{kg}$$

und es wird der Querschnitt der Strebe hiernach 20×27 cm stark werden.

Tragband s: $Z = 8400$ kg,

somit nach Formel (43):

$$bh = \frac{8400}{12} = 700\ \text{qcm};$$

für $b = 23$, wird $h = 30$ cm,
„ $b = 22$, „ $h = 32$ „
„ $b = 27$, „ $h = 27$ „

Die übrigen Abmessungen ermitteln sich in derselben Weise nach den früher gegebenen Formeln.

Neuntes Kapitel.

Dacheindeckungen und Rinnenkonstruktionen.

§ 1.

Allgemeines.

Die hier zu besprechenden Dachdeckungen aus Brettern, Schindeln u. s. w., überhaupt aus Holz oder holzartigen Materialien bestehend, widersprechen einer der Hauptanforderungen, die man an jede Dachbedeckung zu machen berechtigt ist, nämlich der Feuersicherheit, und aus diesem Grunde sollte man sie eigentlich nicht oder doch nur bei isoliert stehenden Gebäuden anwenden. Einige davon, wie die Stroh- und Rohrdächer, haben aber wieder so manche unbestreitbare Vorteile, daß ihre Anwendung schwer ganz zu hintertreiben sein wird.

Die Eindeckungen steiler Dächer mit Brettern oder Schindeln stehen in Beziehung auf Feuersgefahr, Wasserdichtigkeit, Wärmeleitung und selbst in Beziehung auf den Kostenpunkt den Strohdächern nach, und nur in sehr holzreichen Gegenden können Holzdächer, gegenüber von Ziegeldächern, sich in Beziehung auf die Kosten vorteilhaft herausstellen; abgesehen davon, daß im hohen Norden oder in hohen, rauhen Gebirgen Ziegeldächer dem Frost, überhaupt den Einwirkungen des Wetters, nicht widerstehen. In Deutschland dürfte allein dieser letzte Punkt noch für ihre Anwendung sprechen, da die Holzpreise bei uns meistens so hoch stehen, daß der pekuniäre Vorteil überall verschwindet.

Die Stroh- und Rohrdächer haben nicht nur den Vorteil des geringeren Geldaufwandes für sich, sondern sie entsprechen in Beziehung auf Wasserdichtigkeit und Wärmeleitung den an sie zu stellenden Anforderungen so vollkommen, daß sie besonders der Landmann bei seinen Scheunen und Viehställen nur höchst widerstrebend mit den feuerpolizeilich vorgeschriebenen Ziegeldächern vertauscht. Er gewinnt das Material selbst ohne bare Geldauslagen, er besorgt die Reparatur, ja die ganze Anfertigung selbst; und das unbrauchbare Material alter Dächer liefert ihm noch einen schätzbaren Beitrag in seine Düngergrube, so daß es nicht zu verwundern ist, daß er ein großer Verehrer dieser Dächer bleibt, trotzdem er ihre Feuergefährlichkeit wohl einsieht. Und in der That haben die seit langer Zeit bestehenden feuerpolizeilichen Verbote diese Dächer auf dem Lande noch immer nicht beseitigen können. Man hat sich daher vielfach Mühe gegeben, die Strohdächer weniger feuergefährlich zu konstruieren und so die sogenannten Lehmstrohdächer oder Lehmschindel-Bedachungen erfunden, welche in der genannten Beziehung allerdings Vorteile gewähren, aber einerseits weit beschwerlicher auszuführen sind, die Gebäude weit stärker belasten und, was die Hauptsache ist, im ganzen wenig befriedigende Resultate in Hinsicht auf Dauer gezeigt haben, so daß ihre Verbreitung und Anwendung immer eine sehr beschränkte geblieben ist.

§ 2.

Bretterdächer.

Dieselben sind, in Deutschland wenigstens, nur bei provisorischen Gebäuden, Werkschuppen u. s. w. oder bei wandelbaren Buden gebräuchlich und im allgemeinen wohl die schlechtesten aller Dächer.

Die Bretter werden entweder parallel zu den Sparren, also von der First zur Traufe reichend, oder parallel zu den ebengenannten Linien, mithin winkelrecht auf die Horizontalprojektionen der Sparren gelegt. Im ersten Fall müssen die Fugen der nur nebeneinander liegenden Bretter entweder künstlich gedichtet oder durch andere Bretter oder Latten überdeckt werden, um sie wasserdicht zu machen. Im zweiten Fall überdecken sich die einzelnen Bretter selbst, d. h. jedes obere greift etwa 6 bis 10 cm über das darunter liegende, denn eine Dichtung der horizontalen Fugen ist auf andere Weise schwierig herzustellen.

Beide Arten der Eindeckung gewähren indessen wenig Sicherheit, ein dichtes Dach zu erhalten; denn wenn auch

die Fugen durch eine künstliche oder sorgfältige Bearbeitung wasserdicht hergestellt werden können, so sind die Bretter selbst dem Werfen, Reißen, dem Ausfallen der Äste, dem Abspalten der Kanten u. s. w. so ausgesetzt, daß ihre Dichtigkeit hierdurch trotz der dichten Fugen wieder in Frage gestellt wird. Wenn man in dieser Beziehung einigermaßen sicher gehen will, so darf man nur astfreie, geradwüchsige, dauerhafte, also teure Bretter verwenden. Diese müssen aber ihrer Dauerhaftigkeit wegen mit einem Ölfarbanstrich versehen werden, welcher von Zeit zu Zeit erneuert werden muß, wodurch eine abermalige Verteuerung dieser Eindeckung eintritt.

Die Wasserdichtigkeit dieser Dächer ist um so geringer, je flacher sie sind, und in dieser Beziehung müßte man sie daher recht steil konstruieren, wenn dieser steilen Neigung nicht andere Bedenken entgegenstünden. Diese sind Feuergefährlichkeit und Wärmeleitung. Ein steiles Holzdach ist darum feuergefährlicher, als die in Tyrol und der Schweiz gebräuchlichen flachen Dächer, weil man auf ersterem nicht wie auf den letzteren gehen und stehen kann. Unter den flachen Dächern in den genannten Ländern hält man gefüllte Wassergefäße und sogenannte Löschwische bereit, um bei entstehendem Brande das Dach durch eine Aussteigthüre oder von einer Leiter aus sogleich besteigen und das Flugfeuer sofort löschen zu können. Dies ist bei steilen Dächern nicht möglich.

Auf den flachen Dächern bleibt ferner im Winter der Schnee liegen und bildet, vermöge seiner schlechten Wärmeleitungsfähigkeit, eine schützende Decke gegen die Kälte, wodurch wenigstens einer der Nachteile dieser Dächer, im Sommer die Hitze und im Winter die Kälte nicht abzuhalten, beseitigt wird. Außerdem schützt eine solche Schneedecke gerade im Winter, wo, namentlich auf dem Lande, erfahrungsmäßig die meisten Brände entstehen, vollkommen gegen das von außen kommende Feuer. Man sollte diese Dächer daher nie steiler machen, als dies in der Schweiz geschieht, d. h. etwa $1/5$ Dächer, wenigstens nicht über $1/4$ und nicht unter $1/6$.

Einen Vorteil haben diese Bedachungen, sie sind sehr leicht und bedürfen daher keiner starken Dachgerüste.

Die Konstruktion einer Bedachung, bei welcher die Bretter parallel zu den Sparren liegen, zeigt Fig. 1, Tafel 70, und zwar bei A im Durchschnitt parallel zur Firstlinie und bei B in einem solchen senkrecht auf die genannte Linie. Die Bretter bilden eine „gestülpte" Verschalung und liegen auf anderen Brettern, welche quer über den Sparren in Entfernungen von 1,20 bis 1,50 m festgenagelt, an der First aber dicht an diese von beiden Seiten herangerückt sind. Die Sparren gewöhnlicher Stärke können hierbei 1,30 bis 1,50 m auseinander gerückt werden. Man sieht leicht, daß hier Pfettendächer ohne Dachsparren am vorteilhaftesten sind, weil man bei denselben die Bretter gleich auf den Pfetten befestigen kann. Die Eindeckung der First selbst zeigt Fig. 1 B. Sie wird durch ein paar Firstbretter bewirkt, von denen das auf der Wetterseite gelegene um circa 10 cm über das andere hinausragt, auch wohl mit einer Nut versehen ist, in welche eine Feder des gegenüberliegenden Brettes eingreift.

Fig. 2, Tafel 70, zeigt bei A in einem Durchschnitt die Anordnung, bei welcher über die Fugen der gefugten Bretter abgefaste Latten genagelt sind, bei B und C, wie neben diesen Latten Rinnen in die Bretter gestoßen sind, um dem Wasser das Eindringen unter die Decklatten zu erschweren, und bei D, wie diese Rinnen unter den Latten selbst angebracht sind, um dem bereits eingedrungenen Wasser einen Ablauf zu verschaffen. Bei E ist eine künstliche Anordnung dargestellt, bei der die gefugten Bretter in jeder Stoßfugenfläche eine halbkreisförmige Nut erhalten haben, die, zusammengestoßen, eine durchgehende Höhlung bilden. In diese bringt man Werg oder aufgedrehte Stricklitzen, die von der eindringenden Nässe aufquellen und dadurch die Fuge schließen, oder die man vorher mit Fett tränkt und dann in die Fugen preßt.

Die beste Bedachung dieser Art ist die mit Bohlen von 7 bis 9 cm Stärke statt der Bretter. Die Fugenflächen dieser werden nach Fig. 2 bei F schräg gehobelt, so daß zwei dicht aneinander geschobene Bohlen eine Stoßfuge zeigen, die oben etwa 6 mm weit ist, unten aber möglichst dicht schließt. Diese Fugen werden mit aufgerieseltem alten Tauwerk u. s. w. und mittels eines stumpfen Stemmeisens fest ausgeschlagen, so daß die Fuge oben nur noch 6 mm tief hohl bleibt. Die Höhlung wird dann mit geschmolzenem Pech ausgegossen und noch vor dem Erstarren desselben mit einem 9 cm breiten Streifen Segeltuch oder anderer starker Leinwand bedeckt, welcher aufgenagelt und dann ebenfalls mit Pech überstrichen wird. Zuletzt erhält das ganze Dach einen Anstrich von Teer, in dem etwas Pech geschmolzen ist, und wird dann mit Hammerschlag oder Sand eingesandet. Dieser Anstrich muß das erste Mal nach einem Jahre, sonst aber, je nach der mehr oder weniger sonnigen Lage des Daches, alle zwei bis drei Jahre erneuert werden.

Zum Aufnageln der Bretter und Leisten u. s. w. bedient man sich am vorteilhaftesten der rundköpfigen Nägel, weil diese das Eindringen des Wassers in die Nagellöcher am besten verhindern. Die Nägel sollten immer wenigstens noch 6 bis 9 cm in die Sparren oder sonstigen, als Unterlage dienenden Hölzer dringen; und wenn man recht vorsichtig sein will, so umwickelt man die Nagelköpfe vor dem Einschlagen mit Werg und taucht die Nagelspitzen in Öl oder Teer.

Die zweite Befestigungsart der Bretter, nach welcher sie parallel zur Traufe liegen, wendet man hauptsächlich bei provisorischen Dächern an, und man hat nur darauf zu sehen, daß die sich überdeckenden Bretter nicht klaffen. Die Größe der Überdeckung steht im umgekehrten Verhältnis mit der Steilheit des Daches, doch darf sie nicht unter 7 bis 9 cm betragen. Überhaupt wird man solche provisorische Dächer steiler anlegen als bleibende, weil dann die Bretter weniger durch das Wetter leiden und, da sie gewöhnlich nicht gehobelt werden, auch des Wasserablaufes wegen steiler liegen müssen. Um das Klaffen des zweiten Brettes, von unten an gerechnet, zu vermeiden, muß das untere oder Traufbrett eine Unterlage bekommen, wie dies Fig. 3, Tafel 70, im Querschnitt zeigt. Ein solches Dach bedarf einer durchlaufenden Sparrenstellung, und es sollten diese, des möglichen Durchbiegens der Bretter wegen, nicht über 1,2 m voneinander entfernt ein.

Für Dächer, die nur kurze Zeit dienen sollen, wie die von Buden u. s. w., ist die wohlfeilste Befestigung der Bretter mit eisernen S-Haken nach Fig. 4, Tafel 70, welche, auf das untere Brett aufgehängt, das darüber liegende tragen. Gewöhnlich rechnet man auf eine Brettlänge von 4,5 m drei dieser Haken, die aus etwa 3 cm breitem, aber ganz dünnem (3 mm starkem) Bandeisen gefertigt werden. Müssen die Bretter gestoßen werden, so geschieht dies immer mitten auf einem Sparren, und die Stoßfuge wird durch ein der Länge nach darüber genageltes Brett gedichtet; auch an den Borden pflegt man ein Brett, von der First bis zur Traufe reichend, aufzunageln, um den Angriffen des Windes entgegen zu wirken.

Eine Verbindung der Bretter durch Messern oder Spunden nach Fig. 5, Tafel 70, ist nicht anzuraten, und auch die letztere Verbindung nur bei starken Dielen ausführbar. Die gemesserten Bretter können auch nur als Schalung für ein anderes Deckmaterial, z. B. Schiefer, dienen; doch werden in einem solchen Fall die Bretter besser parallel zu den Sparren gelegt.

§ 3.
Schindeldächer.

Die hierher gehörigen Dachdeckungen sind, ähnlich wie die Ziegel- und Schieferdächer, aus einzelnen kleinen Holztafeln zusammengesetzt und haben, je nach der Form dieser Holztafeln oder auch je nach der Gegend, wo sie vorzugsweise angewendet werden, verschiedene Namen bekommen. Die Holztafeln sind immer aus größeren Blöcken nur gespalten und oft nur ganz wenig nachgearbeitet. Ihre Größe ist sehr verschieden, so wechselt die Länge von 20 bis 90 cm. Je kleiner die einzelnen Stücke der Bedachung sind, um so gefährlicher sind sie bei einem entstehenden Brande, obgleich in manchen Fällen die Wasserdichtigkeit des Daches mit der Kleinheit wächst, trotz der damit zunehmenden Anzahl der Fugen. So läßt sich z. B. mit kleinen Schindeln, „Dachspänen", wie sie auf dem Schwarzwalde gebräuchlich sind, eine Dachfläche so dicht wie mit Schiefer eindecken, was mit den weit größeren, sogenannten Landern nicht der Fall ist. Diese kleinen Schindeln sind aber wegen ihrer Leichtigkeit bei einem brennenden Dache sehr gefährlich, weil sie brennend vom Winde weit fortgeführt werden können, was bei den schwereren Landern nicht der Fall ist.

Die Schindeldächer werden den Bretterdächern als dauernde Bedachung überall vorgezogen.

Wir wollen nur die hauptsächlichsten der hierher gehörigen Bedachungen kennen lernen.

Im Harz und in der Gegend des Fichtelgebirges sind Schindeln im Gebrauch, wie Fig. 6, Tafel 70, einige darstellt. Sie sind im Querschnitt keilförmig gestaltet, so daß der Rücken etwa 3 cm breit wird und die Schindel an der gegenüberliegenden Seite zugeschärft erscheint. Die Länge beträgt 60 bis 70 cm und die Breite 9 bis 18 cm. Auf dem Rücken wird mit einem eigens gestalteten Messer eine 3 cm tiefe Nut in die Schindel gearbeitet, in welche die zugeschärfte Seite etwa 2 cm tief eingetrieben wird.

Diese Schindeln werden am Harz gewöhnlich auf eine Bretterschalung gelegt, in anderen Gegenden aber auf eine Lattung. Die Lattweite muß nach der Länge der Schindeln bemessen werden, so daß sich diese von oben nach unten um 18 bis 25 cm überdecken. Auf die Lage der (eigentlich verspundeten) Stoßfugen kann in den übereinander liegenden Reihen keine Rücksicht genommen werden, weil die Schindeln nie von gleicher Breite sind. Wohl aber legt man die Schindeln in den Reihen so, daß die geschärften Kanten der Wetterseite zugekehrt sind, damit der Regen nicht vom Winde in die Stoßfugen getrieben wird. Jede Schindel wird da, wo sie auf der unteren aufliegt, mit dieser durch einen eisernen Nagel auf die Latte oder die Schalung aufgenagelt, am oberen Ende erhält aber etwa nur die fünfte oder sechste Schindel einen Nagel. Die Nägel sind etwa 6 cm lang und haben einen zweiflügeligen Kopf; in einigen Gegenden aber, z. B. auf dem Harze, sind sie etwa 9 cm lang und haben gar keinen Kopf. Sie werden alsdann nicht ganz eingetrieben, damit sich die Schindeln nicht davon abziehen können. Die Nägel mit Köpfen sind etwas teurer, aber jedenfalls besser.

Damit die Schindelreihen nicht klaffen, muß die Traufreihe eine Unterlage (Traufbrett) bekommen, und an der First läßt man die oberste Schindelreihe der Wetterseite etwa 12 cm vorstehen, gegen welche die Schindeln der gegenüberliegenden Dachfläche scharf gegengepaßt werden.

Man kann aber auch die Verfirstung, wie bei den Bretterdächern beschrieben und in Fig. 1 B, Tafel 70, dargestellt wurde, anordnen, wenn man nicht eine Eindeckung dieses Dachteiles mit rückenförmig gebogenen Blechstreifen vorziehen will.

Die kleineren Schindeln oder Dachspäne sind etwa 24 cm lang, 12 cm breit und 12 bis 15 mm dick, oft noch kleiner. Nach Rondelet sollen sie in Frankreich 36 bis 42 cm lang und 18 mm dick sein. Am unteren Ende werden sie sehr häufig abgerundet, am oberen aber etwas dünner bearbeitet, damit sie sich dichter aufeinander legen. Ihre Befestigung erhalten sie durch sogenannte Spannägel, denen aber vorgebohrt werden muß, damit die Späne nicht aufspalten. Sie werden immer auf eine Bretterschalung gelegt, welche bei flachen Dächern wohl aus gespundeten Brettern dargestellt wird. Von Eichenholz genommen, soll man die Dauer der Späne auf 30 bis 50 Jahre annehmen können, aus Nadelholz auf 10 bis 20 Jahre. Graffenried und Stürler schreiben in ihrem Werke,[1]) daß die Schindeln der Schweizerhäuser oft so lange als die Gebäude selbst dauerten; man könne wenigstens oft an ganz alten Häusern keine Reparatur an ihnen wahrnehmen. Die Deckung geschieht nach Fig. 7, Tafel 70, nach Art der Biberschwanzziegeln, und jeder Span wird mit zwei Nägeln befestigt, während sich die einzelnen Reihen etwa auf die Hälfte ihrer Länge überdecken.

Die First- und Grateindeckung wird, wie vorhin beschrieben, gegen das Eindringen des Regens durch das Übertreten der Späne auf der Wetterseite geschützt, wobei aber an den Gräten die Späne schräg abgeschnitten werden müssen; indessen sind auch hier rückenförmig gestaltete und aufgenagelte Blechstreifen vorzuziehen. Die Kehle wird gewöhnlich mit Spänen eingedeckt, die nach oben zu breiter werden, wie dies Fig. 8, Tafel 70, zeigt. Hierbei muß aber das Wasser schräg über die Fugen laufen, wobei es leicht eindringt; es dürfte daher vorzuziehen sein, die gleichbreiten Späne in der Richtung des größten Gefälles, d. h. parallel zu den Sparren zu legen, und die, welche an die Kehllinie stoßen, nach dieser schräg abzuschneiden. Es muß dann natürlich ein besonderes Kehlbrett oder besser eine blecherne Rinne untergelegt werden (vergl. Fig 9, Tafel 70).

Mit diesen kleinen Schindeln oder Spänen werden häufig auch lotrechte Wände, gegen die Wetterseite hin, bekleidet. Hierbei treten dieselben unterhalb gewöhnlich auf ein wagrecht angebrachtes, durch Knaggen oder auf sonstige Art befestigtes Wetterbrett, wodurch die unterste Reihe der Schindeln die nötige Neigung erhält, so daß die folgende nicht klafft. Ist kein solches Wetterbrett vorhanden, so muß unter die unterste Reihe Schindeln eine Latte oder dergleichen befestigt werden.

In einigen Gegenden Württembergs, so an der Grenze gegen Vorarlberg und auf dem Welzheimer Walde, sind eine besonders große Art Schindeln, Lander genannt, gebräuchlich, die 0,90 bis 1,20 m lang, 15 bis 18 cm breit, aus Tannenholz gespalten und auf folgende Art eingedeckt werden. Statt der geschnittenen Latten wendet man gespaltene, 9 bis 15 cm im Durchmesser starke Stangen an und nagelt diese in Entfernungen, gleich einem Drittel der Landerlänge, mit der ebenen Seite auf die Sparren mittels hölzerner Nägel auf. Mit eben solchen Nägeln werden die, übrigens im Verbande aufgelegten Lander befestigt; nicht aber auf jeder Latte, sondern nur etwa auf der dritten oder vierten werden die Nägel durch die Latten geschlagen, bei den übrigen greifen sie nur hinter die Latten und hindern so die Lander, herabzurutschen. Fig. 10, Tafel 70, zeigt diese Anordnung. Die in der Figur gezeichneten Lander sind 0,90 m lang angenommen, und man bemerkt, daß sowohl die untere oder Traufreihe, als auch die oberste oder Firstreihe doppelt genommen sind, und bei letzterer wieder die oberen Lander auf der Wetterseite 18 bis 24 cm vorstehen. Die Lander auf der übrigen Dachfläche überdecken sich so, daß sie überall dreifach liegen, wie die Figur dieses nachweist. Um diese Dächer gegen das Abheben durch Sturmwinde zu schützen, werden sie durch große Steine beschwert, die man möglichst flach wählt, damit sie fester liegen. Um sie in ihrer Lage noch mehr zu befestigen, werden sie, wie dies unsere Figur zeigt, durch starke Stangen gehalten, die entweder in diagonaler Richtung oder auch parallel zur Traufe liegen. Im letzten Fall werden sie an ihren Enden mit einem Zapfen durch die an den Borden angebrachten Windbretter gesteckt und diese wieder durch einen vorgeschlagenen Nagel gehalten.

Alle diese Dächer pflegen weit vorragende Traufen zu bilden und keine Dachrinnen zu haben; ebenso treten sie an den Giebeln weit vor. Es ist daher sehr anzuraten, diese vortretenden Teile von unten mit Brettern zu verschalen, damit der Wind die Schindeln nicht heben kann. Besonders an den Borden tritt diese Gefahr ein, und es werden deshalb hier auch fast immer Windbretter angebracht. Die Befestigung derselben läßt sich ähnlich bewirken, wie bei den Ziegelbedachungen (siehe Teil I, Tafel 99, Fig. 6). Da aber die Bretter hier oft breiter sein müssen als dort und immer über die Bedachung hinausreichen, so bedürfen sie einer stärkeren Befestigung, die bei den Landerdächern z. B. durch die hindurchgezapften Stangen, welche die Belastungssteine stützen, geschehen kann, sonst aber auch dadurch, daß man auf einzelnen Latten Winkeleisen befestigt, die aufwärts gebogene Lappen haben, an welche die Windbretter festgenagelt werden.

1) Architecture Suisse, au choix de maisons rustiques des Alpes du canton de Berne. Par Graffenried et Stürler.

§ 4.

Stroh- und Rohrdächer.

Wie wir bereits erwähnt haben, sind diese Dächer wegen des schlechten Wärmeleitungsvermögens ihres Materiales für ländliche Gebäude sehr wertvoll. Für Keller und Eisgruben giebt es keine zweckmäßigere Bedachung. Damit die Dächer aber auch diese Vorteile gewähren, müssen sie etwa 30 cm dick eingedeckt werden bei einem Neigungswinkel der Dachflächen von nicht unter 45°. Den Quadratmeter Strohdach von 30 cm Dicke kann man zu 36 kg annehmen, und auf den Quadratmeter Dachfläche von erwähnter Dicke sind etwa fünf Bund Stroh von $^1/_6$ cbm Inhalt erforderlich.

Dünn gesäetes Getreide giebt, der stärkeren Halme wegen, die besten Strohdächer und das Roggenstroh wird dem Weizenstroh vorgezogen, weil letzteres weniger holzig ist, bald welkt und sich zusammensetzt, sich dann leichter aus dem Verbande zieht und dadurch Gelegenheit zu Undichtigkeiten giebt. In Deutschland pflegt man das Stroh in seiner ganzen Länge, d. h. mit den Ähren, zu verwenden; die Ährenenden dauern aber weniger lange, weshalb der Gebrauch, diese Enden abzuhauen, zu empfehlen sein dürfte.

Die Dauer eines guten Strohdaches kann man zu 15 Jahren annehmen, und zwar so, daß sie während dieser Zeit gar keiner Reparatur bedürfen. Nach derselben setzt sich Moos an, und der Landmann freut sich, wenn auf seinen Dächern die Dachwurzel (Sempervivum tectorum) sich zeigt, weil dies eine längere Dauer der ersteren verspricht; denn dies dichtere Moos schluckt wie ein Schwamm die Nässe ein und läßt sie langsam wieder vertrocknen, wobei die darunter liegenden „Strohschauben" trocken und wasserdicht bleiben.

Das Eindecken der Strohdächer geschieht wie folgt:

Die Latten können geschnitten sein, oder, wie bei den Landerdächern, aus gespaltenen Stangen bestehen. Die Lattweite beträgt bei Strohdächern 30 cm, bei Rohrdächern 40 cm. Im allgemeinen soll man die Lattweite nach der Länge des Strohes bemessen, so daß jeder Halm dreimal an die Latten gebunden werden kann. Die erste Latte kommt an das Ende des Sparrens oder Aufschieblings und die nächste nur so weit davon entfernt, daß der Decker mit dem Arme durchgreifen kann, also etwa 12 cm. Die oberste Latte auf der Wetterseite des Daches wird mit dem Ende der Sparren gleich aufgenagelt, und von dieser ist die nächste Latte derselben Dachseite nur 16 cm entfernt. Auf der entgegengesetzten Seite aber bleibt die oberste Latte 12 cm von dem Sparrenende entfernt. Der Grund für diese Anordnung ergiebt sich aus dem Deckverfahren. Nachdem das Dach gelattet ist, werden die Windbretter an den Borden angebracht, welche immer 44 bis 60 cm über die Giebelfläche vorstehen müssen. Die Befestigung geschieht gewöhnlich durch hölzerne Knaggen, die an den äußersten Lattenenden, und etwa immer bei der vierten Latte, in vorgebohrte Löcher gesteckt, und an welchen die Windbretter festgenagelt werden (Fig. 2 und 3, Tafel 71, zeigen diese Befestigung). Da es, aus früher angeführten Gründen, sehr gut ist, auch die Unterfläche des vorspringenden Dachteiles mit Brettern zu verschalen, so dürfte die von Wolfram vorgeschlagene und in Fig. 1, Tafel 71, gezeichnete Befestigungsart die zweckmäßigste sein. Das Windbrett muß so breit sein als die Dicke der Deckung. Am unteren Ende der Sparren befestigt man noch mittels Knaggen provisorisch ein Brett winkelrecht auf die Sparren, so daß es etwa 18 cm vor den Balkenköpfen vorsteht. Es soll dazu dienen, die untersten Strohschauben dagegen zu stellen, und wird nach dem Decken wieder entfernt.

Die unterste Reihe Deckschauben oder Deckschöfe wird auch bei den Rohrdächern von Stroh genommen, weil die Schöfe nach Fig. 4, Tafel 71, etwa 48 cm vom Stammende entfernt, 12 bis 15 cm tief mit einem Beile schräg verhauen werden müssen, damit die Halme der folgenden darauf zu legenden Stroh- und Rohrschöfe aufwärts nach der Dachfläche zurückgeschlagen werden können, ohne widrige und nachteilige Absätze zu bilden, denn die fertige Dachfläche muß ganz gerade und eben sein. Auch muß der untere Teil der Traufschöfe nach Fig. 5, Tafel 71, zurückgebogen und auf die erste Latte durchgesteckt werden, wodurch diese ersten Schöfe sich gewissermaßen auf die Latten aufstützen. Diese Manipulation kann man mit dem Rohre, seiner Zerbrechlichkeit wegen, nicht vornehmen; auch läßt sich das Rohr nicht so fest binden wie Stroh und wird daher leichter herausgezogen.

Das Decken geschieht auf dem sogenannten Deckbaume, welcher 4 bis 6 m lang, oben am Dache vermittelst an jedem Ende des Baumes angebrachter Seile befestigt ist und heraufgezogen und herabgelassen werden kann. Auf diesem Baume steht der Arbeiter und benutzt ihn gleichsam als Gerüst. Es wird in einer Breite gleich der Länge des Baumes das Dach stückweise eingedeckt, und ein solches Stück nennt man einen Baumgang. Das Decken von der Leiter, was in Streifen von nur 1 bis 1,2 m Breite geschehen kann, ist nicht so gut.

Nachdem sechs bis sieben Traufschöfe, mit den Stammenden nach unten, nebeneinander gelegt worden, wird darauf eine 9 bis 12 cm starke Lage aufgebundener Schöfe ausgebreitet und dann durch die sogenannten Bandstöcke befestigt. Die Bandstöcke werden etwa 4 cm stark und 1,5 bis 2 m lang aus Nadelholz gespalten. In die Windbretter sind vorher, senkrecht über jeder Latte, Löcher gebohrt. Die untersten Bandstöcke werden nun mit dem einen Ende in das unterste Loch der Windbretter gesteckt, das Stroh

mittels des sogenannten Deckknüppels tüchtig angedrängt und am Ende wie auch in der Mitte ein- bis zweimal oder alle 60 bis 75 cm mit Bindeweiden an den Bandstock angebunden. Die hierauf folgenden Schöfe werden dergestalt aufgelegt, daß sie den Bandstock der ersten Schicht noch 21 bis 24 cm lang bedecken, und werden in eben der Art wie die ersten, mittels der Dachstöcke und deren Befestigung durch Weiden, in Entfernungen von 30 bis 36 cm an die Latten gebunden. Die Bänder müssen in verschiedenen Höhen Verband halten, d. h. schachtbrettartig angebracht werden, und man hat darauf zu sehen, daß die Bandstöcke sich senkrecht zur Dachfläche über den Latten befinden. Bevor der Decker die Dachfläche über einer jeden Schicht bindet, schlägt er die Halme mit dem sogenannten Deckbrette in einer schrägen Lage dergestalt heraufwärts, daß nicht nur die Dachstöcke der unteren Lage gehörig mit Stroh bedeckt werden, sondern daß auch das Dach überall eine gleiche Dicke und eine ebene Fläche erhält. Das Deckbrett ist etwa 60 cm lang, 19 cm breit und 3 cm stark, mit einem Handgriff versehen und auf einer Seite sägenförmig gereifelt, um die Stroh- und Rohrhalme besser zu fassen; auch hat es auf einer schmalen Seite eiserne Zähne, um das Stroh damit gerade zu kämmen.

Bei den Stroh- und Rohrdächern ist die Sicherung derselben oben am First oder die „Verfirstung" von der größten Wichtigkeit, und nicht bloß des Einregnens wegen, sondern hauptsächlich deshalb, weil dieser Teil des Daches leicht durch Sturmwinde beschädigt werden kann. Zunächst ist zu bemerken, daß auch zur Verfirstung der Rohrdächer die obersten oder „Firstschöfe" von Stroh genommen werden, weil ein Teil des mit den Stammenden über den First hinausgelegten Strohes der zuerst gedeckten Seite um die Spitze des Daches nach Fig. 6, Tafel 71, herumgebogen und unter die, nach der früheren Bemerkung (auf der zuletzt zu deckenden Wetterseite) etwas herunterwärts angeschlagene Latte untergesteckt werden muß. Das Rohr würde hierbei aber leicht brechen.

Die Verfirstung selbst geschieht auf verschiedene Weise. Die mit sogenannten Windklötzen, die bloß als Beschwerungsmaterial aufgehangen werden, ist die schlechteste, und wir übergehen dieselbe daher. Eine andere Art besteht darin, daß auf den beiden letzten Latten, wenn das Untergebinde der Schöfe mit den Stammenden aufwärts gelegt worden, die sichtbar bleibenden zwei Reihen Dachstöcke auf jeder Dachseite, 30 cm auseinander mit Weiden aufgebunden, beim Zudrehen der Knoten derselben aber so viel Stroh mit zu Hilfe genommen wird, daß die Weiden mittels eines Knotens von Stroh vor der baldigen Fäulnis gesichert werden.

Noch eine andere, bessere, aber etwas umständlichere und mühsamere Verfirstung erhält man auf folgende Art. Es werden nämlich, wenn die First in vorbeschriebener Art der Länge nach mit zwei Reihen Dachstöcken befestigt ist, jedoch ehe der Decker die Firstlatten mit Stroh belegt, auf jeden Sparren, nach Fig. 6, Tafel 71, bei den zwei letzten Latten hölzerne, 60 cm lange Nägel mit einem Schlägel fest eingeschlagen, und zwar auf 9 bis 12 cm tief in die in die Sparren vorgebohrten Löcher; ist dies geschehen, so fertigt der Decker die First mit den Dachstöcken. Er legt nämlich ein Paar Latten auf das Stroh und bemerkt an denselben die Stellen, wo die eben erwähnten Nägel hintreffen, und bohrt an diesen Löcher durch die Latten, um sie auf die Nägel aufschieben zu können. Diese werden dann fest auf das Stroh niedergeschlagen und die Nägel oben verkeilt. Unter diesen Latten, die man auch mit etwa 45 cm langen eisernen Nägeln bequemer befestigen kann, sammelt sich indessen doch auch Feuchtigkeit und verursacht ein Verfaulen des Strohes, deshalb ist wohl die beste Art der Verfirstung die, auch diese Latten fortzulassen und nach Fig. 7 und 8, Tafel 71, auf die gerade übereinander angeordneten Bänder der beiden sichtbar bleibenden Bandstöcke, Strohbänder oder sogenannte „Strohpuppen", welche mit vier Bindeweiden tüchtig zusammengebunden sind, querüber ebenfalls gut durch Bindeweiden zu [illegible]igen.

Endlich kann man die First auch durch vier bis fünf Reihen Ziegel bilden und mit Hohlsteinen aufdecken, doch ist eine solche Verfirstung kostspielig und wird wohl öfter nur des guten Ansehens wegen angewendet.

Man kann die Strohdächer auch ohne Dachstöcke eindecken, wenn man auf folgende Weise verfährt:

Man bindet Strohbunde von etwa 24 cm Durchmesser wie die gewöhnlichen Deckschöfe locker zusammen, jedoch muß der Knoten des Strohbandes fest sein. Hierauf teilt man den Schof in zwei gleiche Teile und dreht die eine Hälfte einmal ganz herum, so daß wieder die Stammenden beider Hälften nebeneinander liegen, wie Fig. 15, Tafel 71, einen so behandelten Schof darstellt. Ist auf diese Art die erforderliche Anzahl Dachschöfe angefertigt, so wird das Dach wie gewöhnlich gelattet; nur ist zu bemerken, daß die Kanten der Latten mit dem Schnitzmesser etwas gebrochen werden müssen, weil man die Schöfe mit Strohbändern festbindet und diese bei den abgerundeten Latten fester angezogen werden können, ohne zu zerreißen. Mit dem Decken beginnt man wie gewöhnlich an der Traufe, und zwar wird von den Traufschöfen die eine Hälfte an dem Ährenende etwas ab- und gerade gehauen. Die also abgestutzte Hälfte der Schöfe wird unter die vorgeschlagene Diele (welche aber auch fortbleiben kann) und unter die erste Latte, wie in Fig. 14, Tafel 71, zu sehen, gesteckt, wodurch die Traufschöfe ihre Haltung unterhalb bekommen. Diese untersten Schöfe werden mit dem Stammende nach

unten gelegt, bei den folgenden aber das Stammende der First zu. Die übrigen Deckschöfe bleiben unverhauen und die Befestigung derselben geschieht auf folgende Weise:

Man nimmt von den beiden, durch das erwähnte Strohband aneinander befestigten Hälften der Schöfe, Fig. 15, Tafel 71, sowohl von den Stammenden als von den Ährenenden so viel Halme Stroh, als man zusammen mit einer Hand umspannen kann, und dreht davon ein Tau oder einen Strang. Steckt man nun dieses Tau zwischen den beiden vereinigten Schöfen hindurch, zieht dasselbe um die Latte und holt es wieder auf die Dachfläche herauf, so ist hierdurch die Befestigung beider Schofhälften geschehen; und indem man wieder zwei Schofhälften angelegt hat, verfährt man auf dieselbe Weise weiter mit demselben Strohtau, welches immer wieder an die folgenden Schöfe angedreht oder angesponnen wird, bis zu Ende des Daches.

Diese Befestigung der Schöfe mit dem Strohtau ist die Hauptsache, und es muß auf dieselbe alle Sorgfalt verwendet werden. Die unmittelbar über den Traufschöfen mit ihren Ährenenden abwärts gerichteten Schöfe werden nach der Traufslinie gerade gehauen.

Besonders gut muß die First befestigt werden, und es geschieht dies ebenfalls durch ein Strohtau, welches sehr oft durchgesteckt, um die Latte gezogen, und so wieder außerhalb des Daches verschürzt wird. Dies ist das einzige sichtbare Strohband auf jener Dachseite.

§ 5.

Lehmschindel- oder Lehmstrohdächer.

Lehmschindeldächer sind solche, bei denen man das Stroh, ehe man dasselbe aufdeckt, dergestalt zubereitet und mit Lehm überstreicht, daß eine Art von Tafeln daraus entsteht, die auf dem Dache neben- und übereinander gelegt werden. Dergleichen Dächer, die unstreitig den Vorteil geringerer Feuergefährlichkeit für sich haben, werden auf verschiedene Weise angefertigt.

Bei der einen Art wird das Stroh in der Dicke, welche das Dach haben soll, auf einer Seite mit Lehm bestrichen und diese Seite nach innen oder auf die Latten gelegt. Nach der anderen Art wird dünn ausgebreitetes Stroh auf beiden Seiten mit Lehm bestrichen, und diese so gebildeten Tafeln werden dann auf das Dach gelegt. Auf die äußere, ebenfalls schon mit Lehm bestrichene Seite wird nochmals Lehm aufgetragen, und in diesen noch weichen Lehm werden sodann in Bündel zugeschnittene Strohhalme eingesteckt, welche die Dachfläche oben bedecken.

Um Dächer der ersten Art anzufertigen, machen sich die Arbeiter einen Tisch, Fig. 9 und 10, Tafel 71. Auf der Tischplatte wird eine Querleiste, etwa 18 cm hoch, angeschlagen, und zwar in einer nach der Länge des Strohes bemessenen Entfernung von der vorderen Kante. Zu beiden Seiten werden schräge Bretter als Seitenstücke mit 75 bis 90 cm lichter Entfernung voneinander befestigt. Diese Seitenbretter dürfen etwa nur $^3/_4$ der Tischlänge von der Querleiste an haben, weil sie sonst die Arbeiter bei dem Umschlagen des Strohes hindern würden.

Ist der Tisch fertig, so breitet man auf demselben eine etwas zusammengedrückte, 9 cm hohe Lage Stroh dergestalt aus, daß die Stammenden an die Querleiste stoßen, die Ährenenden aber vorn um $^1/_4$ der Strohlänge über den Tisch hervorragen. Hierauf bringt man vorher aufgeweichten, am besten geschlemmten Lehm auf und streicht ihn mit einer Kelle u. s. w. so auseinander, daß das Stroh etwa 3 cm hoch damit bedeckt ist und die Lehmlage den Raum abcd, Fig. 10, Tafel 71, einnimmt.

Ist die Breite der Lehmschindel auf 75 cm festgesetzt, so müssen vor ihrer Anfertigung noch Stöcke, 1 m lang und 3 cm stark, von gespaltenem Nadelholze oder von geraden Haselstöcken vorrätig angeschafft werden. Von diesen Stöcken nimmt der Arbeiter einen, gh, Fig. 10, legt ihn an den Enden der Leisten quer über das Stroh, bewindet denselben an beiden Seiten nach Fig. 11 mit etwas von dem über den Tisch herabhängenden Stroh, ungefähr 1,5 cm dick, und verstreicht sodann die übrig bleibenden Strohhalme dieses Umschlages mit Lehm.

Beide zu dieser Arbeit überhaupt erforderlichen Arbeiter fassen nun mit einem zweiten Stocke unter die herabhängenden Ährenenden des Strohes und schlagen dieselben über den zuerst gelegten Stock fest über, wie aus Fig. 12 zu ersehen, und streichen noch 3 cm dick Lehm über das übergeschlagene Stroh, damit es nicht zurückspringt. Die auf diese Art gefertigte Schindel hat die Gestalt Fig. 13.

Außer diesen Schindeln müssen noch andere gefertigt werden, bei denen aber das Stammende der Strohhalme nicht wie bei den eben beschriebenen gerade gehauen oder zugestutzt werden darf, sondern ganz unregelmäßig und rauh bleiben muß, wie Fig. 12 zeigt. Von diesen werden wieder einige, nach Fig. 7, Tafel 72, ganz mit Lehm bestrichen, und nur einige andere, wie die erstgedachten, etwa bis zur Hälfte mit diesem Material versehen, wie Fig. 12, Tafel 71. Erstere werden auf die zweite und letztere auf die dritte Latte, von unten an gerechnet, gebracht.

Damit das vom oberen Teile des Daches herabfließende Wasser sich nicht durch die untersten Reihen der Lehmschindeln hindurchziehen kann, werden auf jede Schindel der untersten Reihe noch besondere Strohpuppen gelegt. Dies sind 90 cm lange, am unteren oder Stammende 18 bis 21 cm im Durchmesser haltende Strohbündel, von denen immer zwei, etwas näher nach den Stammenden hin, mit einem Strohbande gebunden und so lange entgegengesetzt gedreht werden, bis sie, nach Fig. 5, Tafel 72, bei a dicht nebeneinander liegen. In beide Strohpuppen werden dann

noch mit einem Beile zwei Abstufungen oder Kerben eingehauen, wie dies aus Fig. 8 zu ersehen ist. Dies geschieht, damit das darauf zu legende Stroh, dessen Zweck später bei der Deckung näher erläutert werden wird, sich nicht so leicht herunterziehen kann.

Sind die Schindeln ziemlich trocken, so kann zum Decken selbst geschritten werden.

Nachdem die von Mitte zu Mitte etwa 1,3 m voneinander entfernten Sparren wie zu einem Strohdache mit geschnittenen oder gespaltenen Latten 33 cm weit belattet sind und unten auf die Sparren oder Aufschieblinge eine Diele op, Fig. 2, Tafel 72, aufgenagelt ist, welche etwa $^1/_3$ ihrer Breite über den Balkenkopf oder Gesimsbrett vorstehen muß, wird zuerst die Traufe hergestellt.

Die Stroh- und Rohrdächer werden gewöhnlich an den Borden mit Windbrettern bekleidet, bei den Lehmschindeldächern geschieht dies aber mit kleinen Strohpuppen. Diese sind etwa 90 cm lang, 12 cm am unteren oder Stammende dick und, wie bei den eben beschriebenen großen Strohpuppen, mit einem Strohbande gebunden.

Vorausgesetzt, daß die Latten 10 bis 12 cm über die Giebelsparren hinausragen, so werden dieselben mit drei Hasel- oder Weidenstöcken nach Fig. 1, Tafel 72, bei z wechselweise beflochten; alsdann nimmt man zuerst eine von den vorhin beschriebenen großen Strohpuppen, legt diese mit der äußersten Kante o des Brettes op, Fig. 2, gleich und bindet dieselbe unter dem Strohbande mit einer Bindeweide fest. Über diese werden nun die kleinen Strohpuppen nach und nach aufeinander gelegt und ebenfalls unter dem Strohbande mit einer Weidenrute angebunden, so daß immer zwischen zwei Latten drei kleine Strohpuppen zu liegen kommen, wie solches in Fig. 1 zu sehen ist.

Wenn dies Verfahren bis an die First fortgesetzt ist, so wird die äußere Seite längs der Strohpuppen gut mit Lehm verstrichen und dann zur Auflegung der Lehmschindeln selbst geschritten.

Es wird nämlich eine von der beschriebenen zweiten Sorte ganz mit Lehm bestrichener Schindeln, Fig. 6, auf die zweite Latte von unten gelegt, so daß die mit Lehm bestrichene Seite, welche bei der Bereitung die obere war, jetzt die untere wird, gut an die Giebelverkleidung angeschoben und mit Weidenruten vv, Fig. 1, an jedem Ende der Schindel x an die Latte festgebunden. Alsdann wird die äußere Seite vollkommen 3 cm stark mit Lehm bestrichen, und hierauf werden die großen abgeschrägten Strohpuppen mit der äußeren Kante o des Brettes po gleich aufgelegt und 3 cm hoch mit Lehm bestrichen. Hierauf nimmt man gerades langes Stroh, so viel als man mit einer Hand fassen kann, dreht solches ein paarmal um, biegt es an den Halmenden ungefähr $^1/_4$ der ganzen Länge zusammen, wie Fig. 9 zeigt, und legt mehrere dergleichen Bündel der Länge nach auf die Strohpuppen in die Gegend, wo die erste Abstufung in dieselben eingehauen ist, nebeneinander. Dieses Stroh wird ebenfalls, und zwar etwas über die Hälfte, mit Lehm bestrichen, und nun wird erst auf die dritte Latte die zweite Schindel von der zweiten Gattung, Fig. 12, Tafel 71, deren eine Seite nur bis zur Hälfte mit Lehm bestrichen, und zwar diese Seite oben aufgelegt und mit Weiden an den Enden an die Latte angebunden. Die Enden dieser Schindeln werden auch mit Lehm verstrichen, mit dem Streichholze gut abgeglichen und die von dem ausgebreiteten Stroh herabhängenden Halme hh, Fig. 1, Tafel 72, auf einem untergehaltenen Beile mittels eines abgerundeten Knüppels ab- und gerade gehauen.

Die weitere Deckung bis zur First ist nun ganz einfach; man legt eine von den zuerst beschriebenen Schindeln auf die vierte Latte und bindet dieselbe mit zwei Weidenruten fest. Eine solche Reihe Schindeln, von der Traufe bis zur First reichend, heißt ein Gang.

Wenn der zweite Gang aufgelegt wird, so müssen die Schindeln an der Seite so scharf zusammengezogen werden, daß sie sich etwas überdecken. Sobald das Dach auf einer Seite völlig eingedeckt und auf der anderen Seite ein Gang fertig ist, so wird wegen größerer Bequemlichkeit die Deckung der First sogleich teilweise vorgenommen und dabei auf folgende Weise verfahren.

Zuerst werden Strohpuppen, Fig. 10, Tafel 72, deren Halmenden (um sie von gleicher Dicke zu bekommen) umgeschlagen und bei c und d mit Bändern gebunden werden, angefertigt. Diese werden auf einer Seite mit Lehm bestrichen und mit der bestrichenen Seite der Länge nach in die Öffnung 1, Fig. 2, welche die letzten Reihen der Lehmschindeln von beiden Seiten des Daches offen gelassen haben, gelegt. Alsdann werden diese eingelegten Strohpuppen auf ihrer oberen Seite und die ihr auf beiden Dachseiten zunächst liegenden Lehmschindeln beinahe bis zur Hälfte mit Lehm bestrichen, und auf letztere werden so viele von den kleinen, früher beschriebenen Strohpuppen mit kleinen Holzpflöcken, welche etwa 27 bis 30 cm lang sind, nebeneinander befestigt, als die Breite einer Schindel einnimmt. Jedoch müssen diese Strohpuppen nur so weit herab befestigt werden, daß die Hälfte der Länge derselben auf die andere Seite des Daches umgeschlagen und mit Lehm verstrichen werden kann. Auf der entgegengesetzten Dachseite verfährt man ebenso und legt darauf zuletzt noch eine 3 bis 5 cm hohe Schicht Lehm.

§ 6.

Die Ableitung des Wassers von den Dächern.

Die Anlage und Konstruktion der zur Ableitung des Wassers dienenden Dachrinnen sind eingehend im dritten Bande dieses Handbuches, Kap. 11, § 6 und 7, besprochen,

so daß wir uns hier auf kurze Bemerkungen beschränken können.

Man unterscheidet „weite“ und „enge“ Rinnen, welche je nach der Größe der Dachflächen, bezw. der Größe der aufzunehmenden Wassermenge verwendet werden. Die ersteren haben eine Weite von 15 bis 18 cm, die letzteren eine solche von 9 bis 12 cm. Auch der Grad der Rauhigkeit oder Glätte des Deckmateriales hat Einfluß auf die Dachrinnengröße, indem bei glatter Dachfläche, wie solche unter Verwendung von Schiefern, Metallblechen u. s. f. geboten wird, das Wasser rascher abfließt, als dies z. B. bei Ziegeln von gewöhnlich rauher, poröser Oberfläche der Fall ist. Ferner unterscheidet man „gewöhnliche“ Dachrinnen und „besondere“, sogenannte „Gesimskanäle“, je nachdem dieselben eine halbcylindrische Form haben oder nach besonderer Zeichnung angefertigt werden müssen.

Der vordere Rand der Rinne wird gewöhnlich zu einem Wulst umgebogen, um demselben mehr Steifigkeit zu geben, welche durch Einziehung eines Eisendrahtes, der die Wulsthöhlung ausfüllt, noch vermehrt wird. Quer in der Rinne eingelötete Spangen oder Blechwulste tragen ebenfalls sehr zur Steifigkeit derselben bei. Fig. 3, Tafel 73.

Der hintere Rand der Rinne muß immer höher als der vordere liegen, damit bei etwaiger Verstopfung der Abläufe das Regenwasser nach vorn überfließt und ein Eindringen des Wassers unter die Dachdeckung und in das Innere vermieden wird.

Bei den einfachen Rinnenkonstruktionen wird die Rinne in „Rinneisen, Rinnhaken, Kanaleisen“ gelegt, welche am besten an jedem Sparren befestigt werden. Sind diese jedoch nicht regelmäßig eingeteilt, so bringt man ein starkes Traufbrett an von etwa 4 bis 5 cm Stärke, worauf die Dachhaken in regelmäßiger Einteilung befestigt werden können. Da die Dachhaken teilweise sichtbar sind, so kann man sie in ein Blatt, in Ranken u. s. f. enden lassen, im Fall das Gebäude eine künstlerische Durchbildung aller seiner Teile verlangen sollte, Fig. 2, Tafel 73. Je nach der Gesimsbildung werden die Rinnhaken seitwärts an den Sparren, oder auf denselben, oder an der Stirne der Dachbalken befestigt, Fig. 1 und Fig. 6, Tafel 73. Die Stärke der Rinnhaken hängt davon ab, ob sie auf dem Gesimse aufliegend oder frei die Rinne zu tragen erhalten. Im letzteren Fall ist die Rinne an die Traufe gehängt, wodurch eine gute Anordnung entsteht, da das überlaufende Wasser, im Fall eine Verstopfung der Rinne vorkommen sollte, dem Gesimse nicht schadet. Liegt dagegen die Rinne auf dem Gesimse auf, so ist das Anbringen einer Wassernase zweckmäßig, wodurch das überlaufende Wasser von dem Gesimse zum Abtropfen gebracht wird, Fig. 1 bis 3, Tafel 73. Die Wassernase besteht aus einem 3 cm breiten Blechstreifen, welcher unten längs der Rinne unmittelbar vor dem Gesimse angelötet ist. Sehr empfehlenswert ist ferner eine Abdeckung des Gesimses mit Metallblech, soweit nämlich, als dasselbe durch irgend welche Beschädigung der Rinne vom durchdringenden Wasser durchnäßt werden könnte. Diese Abdeckung erhält hinten einen aufwärts gebogenen, vorn dagegen einen abwärts gebogenen Rand und ist mit dem nötigen Gefälle nach vorn zu versehen. Auf diese Weise allein ist das Gesims geschützt, es mag aus Stein oder Holz bestehen.

Die Rinnhaken haben nun nicht allein die Aufgabe, die Rinne zu tragen, sondern sie auch so zu fassen, daß sie vom Winde nicht gehoben werden kann. Dies geschieht entweder dadurch, daß das vordere Ende des Hakens um den Wulst nach innen umgebogen wird, Fig. 8 bis 9, Tafel 73, oder dasselbe wird hinter dem Wulst durch die Rinne gesteckt und nach außen über den Wulst gebogen, in welchem Fall ein schmaler Streifen, dem Querdurchschnitt des Rinneisens entsprechend, aus der Rinne ausgeschnitten werden muß. Die erste Methode ist jedoch dieser letzteren vorzuziehen. Bei ordinären Rinnen wird der hintere Rand derselben durch eine am Rinnhaken angenietete Feder gefaßt, Fig. 6, Tafel 73. Bei flachen Dächern dagegen liegt der hintere Teil der Rinne meist auf der Schalung auf, wenn man die Rinne nicht anhängen will, in welchem Fall der aufgebogene Rand stellenweise durch Haften gefaßt wird, welche auf der Schalung genagelt werden, Fig. 7, Tafel 73. Eine direkte Nagelung der Rinne auf der Schalung wäre sehr verfehlt, da die Beweglichkeit des Holzes sehr bald ein Zerreißen der Rinne zur Folge haben würde. Bei Fig. 9, Tafel 73, ist Blech als Deckmaterial angenommen; die untersten Tafeln bilden einen Falz mit dem hinteren Rande der Rinne, die durch einen 12 bis 15 cm breiten, auf der Schalung befestigten starken Zinkstreifen a, den sogenannten „Vorstoß“, gegen Hebung durch den Wind geschützt wird.

Die eisernen Rinnhaken sind vor ihrer Befestigung gut anzustreichen, da dies später nicht mehr vollständig an denselben geschehen kann. Sind sie für Zinkrinnen bestimmt, so werden sie entweder mit Blei umwickelt oder besser verzinkt, da eine längere Berührung von Zink mit Eisen unter Zutritt von Feuchtigkeit die Zerstörung des ersteren zur Folge hat. Auch die Lagerung des Zinkes auf frischem Holz, insbesondere Eichenholz, wirkt zerstörend auf das Metall. Es ist daher trockenes und gut angestrichenes Holz als Unterlage für Zinkkanäle zu empfehlen. Schließlich möchten wir auf die Ausdehnung der Kanäle, insbesondere der aus Zink bestehenden, aufmerksam machen, welcher Rechnung getragen werden muß, wenn man das baldige Öffnen der Lötstellen verhindern will. Es sind daher die Kanäle in einer Weise zu unterstützen und gegen Hebung

durch den Wind zu sichern, daß deren Ausdehnung und Zusammenziehung unbehindert vor sich gehen kann.

Um das Wasser nach den Abfallrohren, die in Entfernungen von etwa 15 bis 18 m angeordnet werden, langsam abzuleiten, muß die Rinne eine geringe Neigung erhalten, und zwar etwa 4 bis 6 mm pro Meter.

Bei Hausteingesimsen, bei denen die Sima zugleich das bekrönende Glied bildet, muß diese aber wagrecht laufen, und man ordnet deshalb vielfach sogenannte Kastenrinnen an, bei denen Sima und Rinne voneinander getrennt sind.

In Fig. 644 geben wir die Konstruktion, die der Verfasser bei seinen Bauten ausführen läßt, und bei der insbesondere auch der Bedingung Rechnung getragen ist, daß

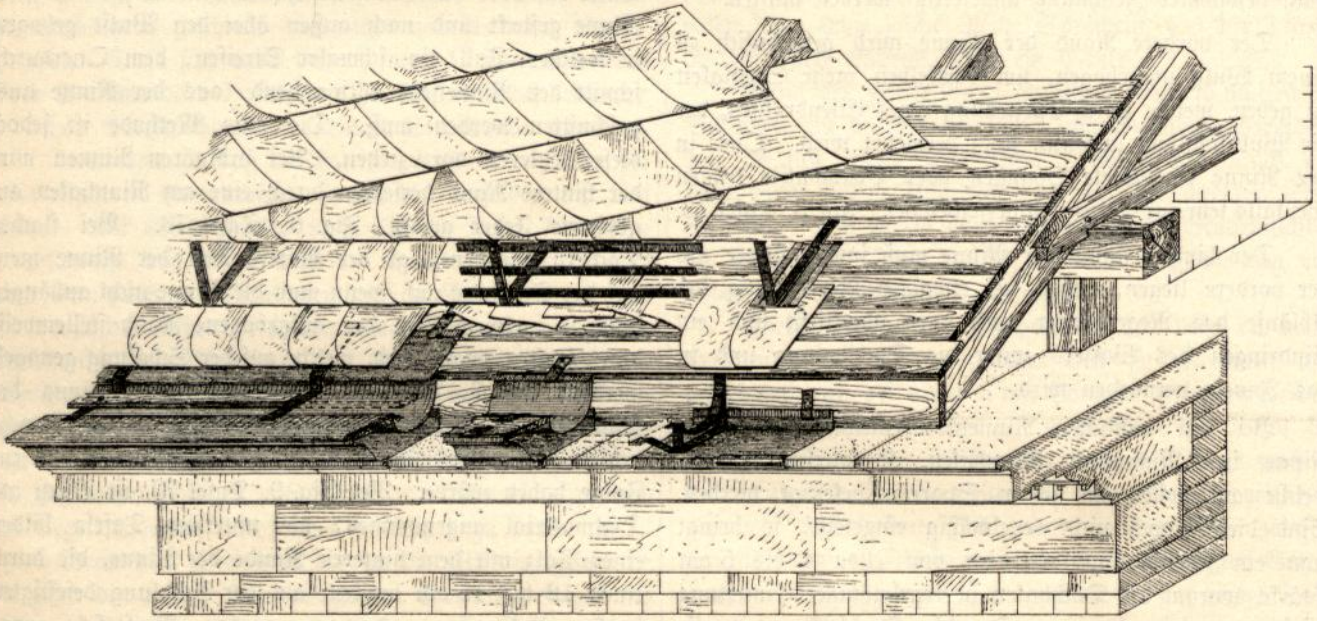
oberkante und Rinne eingelegt und auf den Rinneisen festgeschraubt wird; das Brett erhält einen Fall gegen die Rinne, um ein Abtropfen des Wassers an der oberen Simakante zu verhüten. Das zur Aufnahme der Kanalrinne dienende Bandeisen muß dem Fall der Rinne entsprechend angeordnet werden.

c) Der Rinne, die mit Haftern aus verzinktem Eisenblech Nr. 21 an die Dachschalung und das Deckbrett befestigt wird.

d) Der Sima, die in einen an die Gesimsabdeckung angelöteten Zinkstreifen eingesteckt und an dem Deckbrett mit Haftern aus verzinktem Eisenblech befestigt wird.

e) Der Deckkappe die Sima und Rinne faßt.

Fig. 644.



bei Vornahme von Ausbesserungsarbeiten am Dach Beschädigungen durch Arbeiter, die die Rinne betreten, vermieden werden. Wie aus der Zeichnung, die die verschiedenen Stadien der Ausführung anschaulich macht, zu ersehen ist, besteht der Kanal, der durchweg in Zink Nr. 14 ausgeführt ist, aus folgenden Teilen:

a) Der Gesimsabdeckung, die mit Haftern aus verzinktem Eisenblech Nr. 21 an die Schalung befestigt ist und vorn mit entsprechender Umbiegung über das obere Plättchen der Gesimsplatten greift, so daß eine Befestigung auf Dübeln nicht erforderlich wird.

b) Den aus verzinktem Eisen hergestellten Rinneisen, die an die Schalung befestigt werden und zur Aufnahme der eigentlichen Rinne und eines kiefernen, mit Karbolineum gestrichenen Deckbrettes eingerichtet sind, das zwischen Sima-

f) Der Vorbedeckung, die durch die Fußsteingebinde der Schieferdeckung überdeckt werden.

g) Den eichenen mit Karbolineum gestrichenen Laufdielen, die auf starke verzinkte Eisen aufgeschraubt sind und verhüten, daß die Arbeiter die Rinne betreten.

Ein so hergestellter Kanal in den gewöhnlichen Abmessungen kostet in vollständig fertiger Herstellung einschließlich des zweimaligen Ölfarbenanstriches der Sima etwa 12,50 Mark für 1 m.

In der Zeichnung ist noch die Konstruktion der Schneefanggitter dargestellt, die das Abgleiten des Schnees verhindern und aus verzinktem Flacheisen bestehen; die Trageisen sind 30×10 mm und die längslaufenden Eisen 30×6 mm stark. Die sämtlichen Eisen sind verzinkt.

Die Ableitung des Wassers aus den Dachrinnen geschieht durch Abfallrohre, die außen am Gebäude herabgeführt werden, gewöhnlich zunächst an den Ecken oder hinter Vorsprüngen in besonders angelegten Vertiefungen, „Mauerschlitzen", doch so, daß sie bei Ausbesserungen herausgenommen werden können.

Die Entfernung der Abfallrohre sollte nicht mehr als 18 m betragen, so daß das Wasser in der Dachrinne nur einen Weg von höchstens 9 m bis zum Ablauf zu machen hat; ihr Querschnitt muß so bemessen werden, daß sie auch bei heftigen Regengüssen das Wasser fassen können, und man rechnet etwa 0,8 qcm für jeden Quadratmeter Dachfläche, in der Horizontalprojektion gemessen.

Entsprechend den engen und weiten Dachrinnen hat man auch „enge" und „weite" Abfallrohre; die ersteren haben einen Durchmesser von 6 bis 9 cm, und die letzteren einen solchen von 12 bis 15 cm.

Die Abfallrohre werden durch „Rohreisen, Rohrschellen" r, Fig. 4 bis 5, Tafel 73, mit der Mauer verbunden; sie sind mit einem Scharnier versehen, um sie bei Ausbesserungen öffnen und die Rohre herausnehmen zu können. Die Ausmündung der Rinne in das Abfallrohr wird vergittert, um Verstopfungen vorzubeugen; auch soll der oberste Teil des Abfallrohres keine zu flache Lage haben, sondern es ist mehr ein steiler stetiger Übergang in das lotrechte Abfallrohr anzunehmen, Fig. 5, Tafel 73. Die unzweckmäßigen und unschönen Verkröpfungen der Abfallrohre um die wagrechten Gesimse sind zu vermeiden und die Rohre womöglich von oben bis unten ohne Winkel und Knie durchzuführen. Die Rinne erhält einen angelöteten konischen Zapfen, den das Abfallrohr umschließt, oder es erweitert sich das Rohr gegen die Rinnenöffnung und nimmt das Wasser mittels eines besonderen Einsatzes auf, Fig. 4, Tafel 73.

Zehntes Kapitel.

Die Gesimse.

§ 1.

Allgemeines.

Die Form eines Gesimses ist abhängig von dem Material, aus dem es gebildet wird; demzufolge muß das Holzgesimse eine andere Form zeigen, als das Steingesimse, und der Baumeister stellt seiner Phantasie ein Armutszeugnis aus, wenn er ein Steingesims in Holz nachzuahmen sucht. Die Täuschung ist zudem nur von kurzer Dauer, da sich nur zu bald die Eigenschaften des Holzes geltend machen und sich die Natur des Materiales durch Risse und Sprünge bemerklich macht. Man bleibe daher, wie in allen Dingen, so auch hier bei der Wahrheit.

In konstruktiver Hinsicht besteht der Zweck eines Hauptgesimses darin, der unter ihm liegenden Fläche Schutz zu gewähren und das vom Dache kommende Wasser vom Gebäude entfernt abtropfen zu lassen oder in einer Rinne zu sammeln und abzuführen. Dieser Zweck wird um so vollständiger erreicht, je weiter das Gesimse vorragt, d. h. je größer seine Ausladung ist; aber gerade darin zeichnet sich das Holzgesimse vor dem Steingesimse aus, daß es auf Grund seines Materiales eine weit größere Ausladung zuläßt, während diese beim steinernen Gesimse in ziemlich enge Grenzen eingeschlossen ist.

Die große Ausladung ist ein charakteristisches Merkmal der Holzgesimse, wodurch tiefe Schatten entstehen, welche den Gebäuden einen eigentümlichen Reiz gewähren.

Die Darstellung der bedeutenden Gesimsausladung ist Aufgabe der Konstruktion, und dieselbe kann nach zwei verschiedenen Methoden erreicht werden, je nachdem man entweder die Dachbalken weit genug über die Frontwände hinausragen oder die Dachsparren überhängen läßt; auch können diese beiden Motive vereinigt werden, wovon Fig. 1 ein interessantes Beispiel giebt.

Je nach dem Konstruktionsprincip ist hiernach die Hauptform des Gesimses ausgesprochen, die nun einfacher oder reicher architektonisch durchgebildet werden kann, was durch die leichte Bildsamkeit des Materiales wesentlich erleichtert wird. Die Wirkung wird gesteigert durch Verwendung geschnitzter und verzierter Konsolen (Knaggen) unter den vorkragenden Balken, durch Kopfbänder unter den weitausladenden Sparren, durch Zuhilfenahme von Terrakotten und Farben, womit sich außerordentlich reiche Durchbildungen erreichen lassen.

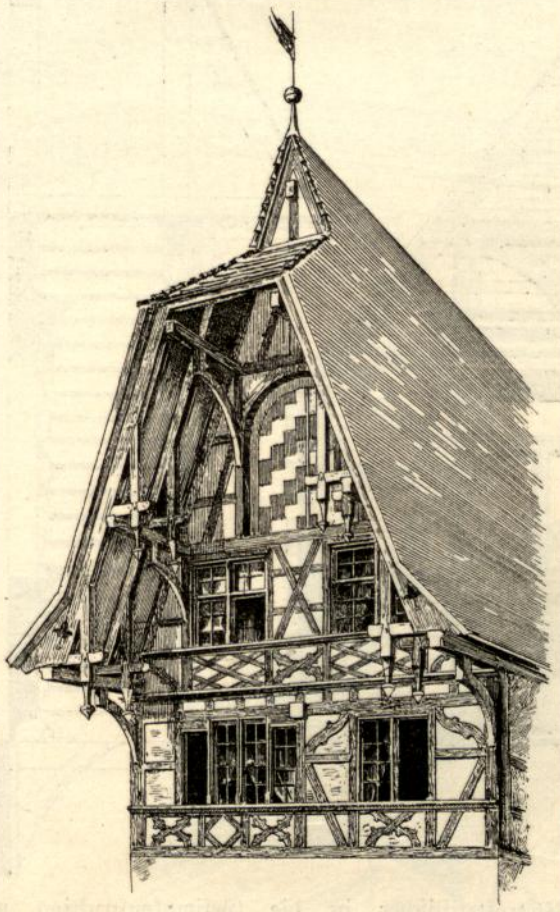
§ 2.

Gesimskonstruktionen.

Die zwei erwähnten Hauptmotive der Dachgesimsbildung sind auf Tafel 74 dargestellt, und zwar zeigen die Fig. 1 bis 4 die Gesimsausladung konstruiert mittels Verlängerung der Sparren über die Mauerflucht, während die Fig. 5 bis 7 eine solche durch das Vortreten der Dachbalken darstellen. Die erste Konstruktionsweise ist wohl die einfachste und ihrer Zweckmäßigkeit wegen am häufigsten angewandte, während die letztere seltener zur Ausführung kommt. In Fig. 1 ist die isometrische Ansicht, in Fig. 2 der Durchschnitt a b, Fig. 4, senkrecht auf den Giebelsparren, in Fig. 3 der Durchschnitt durch die Traufe und in Fig. 4 die Giebelansicht dargestellt. Die Dachsparren werden so weit über die Mauerflucht verlängert, daß sie etwa 0,75 bis 0,90 m — horizontal gemessen — über dieselbe vorstehen. Um diese Ausladung auch an den Giebelseiten zu erhalten, im Fall das Dach kein abgewalmtes sein sollte, werden die Dachpfetten so weit über die Giebelmauern verlängert, als es die Unterstützung der zwei bis höchstens drei Sparrenpaare, „Giebelsparren", erfordert. Dabei müssen die Dachpfetten eine solche Anordnung erhalten, daß sie an den Giebelfassaden nicht störend wirken; sind z. B. Lisenen angenommen, so müssen sie auf deren Mitte zu liegen kommen, sowie man sie auch gerne nach Pfeilerachsen und nicht nach den Fensterachsen der Giebelfassade anordnet. Sollten sich die Pfetten jedoch

nicht in dieser Weise anlegen lassen, oder wäre eine schräge Lage einzelner Pfetten für die Dachkonstruktion geeigneter, so läßt man sie bloß etwa 15 bis 18 cm in die Giebelmauern eingreifen und bringt kurze Pfettenstücke an, wie sie an den Fassaden für passend erscheinen, welche jedoch so weit in das Dach eingreifen, daß sie innerhalb der Giebelmauer mindestens unter so viele Sparren zu liegen kommen, als sie außerhalb derselben zu tragen erhalten, wobei eine feste Verbindung mit den Dachsparren oder der Dachkonstruktion notwendig ist. Die vortretenden

Fig. 645.



Pfetten werden nun entweder mittels Sattelhölzern, Fig. 1, Tafel 74, mit Konsolen von Holz oder Stein, oder mit Kopfbändern, Fig. 180, unterstützt, und der Pfettenkopf kann mit einem eichenen Brett, „Schutzbrett", Fig. 1 und 4, Tafel 74, gegen das Eindringen der Feuchtigkeit geschützt werden.

Das Backsteingesims hat hier nicht die Aufgabe, zu schützen, sondern nur die der Abgrenzung und des Abschlusses der Mauer. Das Gesims wird nach Fig. 1, Tafel 74, durch Sparren, die man etwa um ihre halbe Breite vor die Gesimsfläche vortreten läßt, abgedeckt. Alles sichtbar bleibende Holz wird abgehobelt, die Sparren- und Pfettenköpfe werden fassoniert, und zur weiteren formalen Ausgestaltung werden außer den konstruktiv notwendigen Hölzern, insbesondere an den vorderen Giebelsparren, weitere Hölzer, oft in Verbindung mit Schalungen, angeordnet. Fig. 645 [1]) (von einem Hause in Stein am Rhein) und Fig. 646 [1]) (von einem modernen Landhause) geben einige Beispiele derartiger Bildungen. Dabei können übrigens in Fällen, wo die Sparren je nach der Stellung des Hauses dem Winde sehr ausgesetzt sind, auch Verstärkungen durch Herstellung kleiner Dreiecke mittels Riegeln oder Zangen und Hängpföstchen hergestellt werden, wie solche Tafel 78, Fig. 1 bis 3, zeigt.

Verlangt das Deckmaterial eine Schalung, so wird auch diese „Gesimsschalung" unten gehobelt, wobei jedoch die Schalbretter gleiche Breite erhalten müssen; die Fugen können durch schmale Fugenlatten gedeckt werden. Wird das Dach eingelattet, so muß eine besondere Gesimsschalung eingefügt werden, wobei die Sparren beiderseits mit Falzen versehen werden müssen von einer Tiefe, welche mindestens gleich der Bretterdicke ist, um die Dachlatten über die Schalung wegführen zu können. Zum Abschluß der Schalung an den Traufseiten wird zwischen je zwei Sparren ein Brett angebracht, das in Fig. 3, Tafel 74, im Schnitt gezeichnet ist. In Fig. 3 ist auch der unterste Schaldielen, „Gesimsdielen", angegeben, der nach unten, wo er profiliert wird, mindestens so viel an Dicke zunimmt, als die Dicke der Schiefer beträgt. Auf diesem Dielen liegt die Dachrinne auf, welche jedoch nicht auf ihm direkt befestigt werden darf, sondern durch Kanaleisen getragen wird, welche auf die Sparren genagelt werden, deren jeder ein solches Eisen zu tragen erhält.

Will man den Kanal nicht am Giebel hinaufführen, wie in Fig. 1, Tafel 75, so läßt man ihn an einem eichenen, etwa 4 cm dicken, 18 bis 21 cm breiten Brett, „Giebelbrett, Schutzbrett", abstoßen, Fig. 1, Tafel 74, welches auf mancherlei Weise dekoriert werden kann und den Zweck hat, das Deckmaterial längs der Giebelseiten gegen Hebung durch den Wind zu schützen.

An der Giebelspitze läuft das Brett in eine sogenannte „Giebelblume" aus, Fig. 1, Tafel 78, welche hinter sich eine Stütze hat, wie solche in Fig. 2 zu ersehen ist. Das Giebelbrett wird an den Giebelsparren, Fig. 2, Tafel 74, befestigt, und an der Rückseite mit einer durchlaufenden Nut versehen, in welche ein 15 bis 18 cm breiter Blei- oder Zinkblechstreifen eingesetzt und mittels Nägeln befestigt wird, damit das Regenwasser nicht in die Fuge zwischen

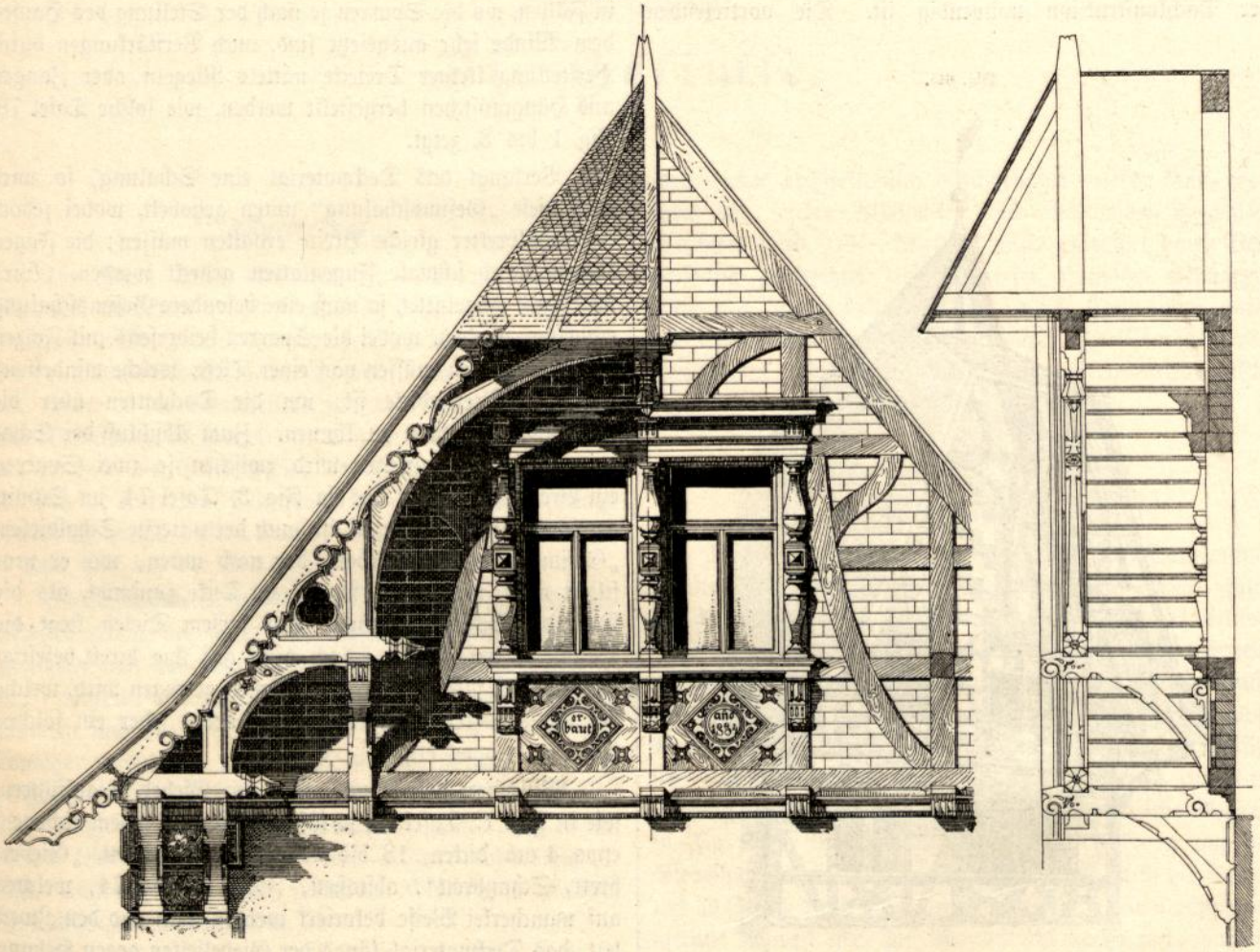
1) Neumeister und Häberle, Die Holzarchitektur.

Brett und Sparren eindringe. Um den Ablauf des Regenwassers von dieser Fuge zu ermöglichen, wird schon bei Herstellung der Schalung darauf Rücksicht genommen, d. h. ein abgeschrägter Dielen auf dem Sparren, Fig. 2, Tafel 74, befestigt, wodurch auch das Deckmaterial gegen das Giebelbrett hin etwas gehoben wird.

Bei Verwendung von Verschalungen werden diese an Giebeln auch wohl so angeordnet, daß sie Tonnengewölbeform annehmen und die Konstruktionshölzer teilweise verdeckt werden. Diese Bildungen finden sich bei älteren Gebäuden in den Alpen und im Schwarzwald, wo sie wohl wegen größerer Widerstandsfähigkeit des Dachvorsprunges gegen Stürme ausgeführt werden; sie werden nun aber auch rein dekorativ bei Landhausbauten angewendet.

Was die Konstruktion eines Hauptgesimses durch Verlängerung der Dachbalken anlangt, welche in den Fig. 5 bis 7, Tafel 74, dargestellt ist, so ist diese einfach, indem man bei einem Walmdach an zwei Seiten die Balken, an den beiden anderen Seiten dagegen Stichbalken über die betreffende Mauerfläche vortreten läßt, welche sich in ein profiliertes „Gesimsholz“ einzapfen, Fig. 5, Tafel 74, mit welchem sie nebst den Wechseln, die das Backsteingesims abdecken und zwischen je zwei Balken eingesetzt sind, Kassetten bilden, denen eine quadratische Form gegeben werden kann. Die Kassetten werden mit verleimten oder besser mit gestemmten Tafeln ausgelegt, welche bemalt und mit Rosetten geschmückt sein können.

Fig. 646.



Charakteristischer ist die Gesimskonstruktion nach Tafel 78, Fig. 5, bei welcher die Dachbalken konsolartig verlängert sind und ein Gesimsholz tragen, in das sich die Sparren einzapfen.

Ähnliche längslaufende Gesimshölzer können auch in die vorkragenden Sparren nach Tafel 78, Fig. 4, eingezapft werden, wodurch Kassetten in schiefer Lage entstehen.

Eine andere Bildung des Giebelgesimses als die auf Tafel 74 dargestellte zeigt Fig. 1, Tafel 75, in der isometrischen und Fig. 2 in der geometrischen Ansicht. Fig. 3 bis 4 sind Durchschnitte durch das Trauf- und Giebelgesimse und Fig. 5 die Untersicht.

Wie man gern bei einem zwei- oder mehrstöckigen Gebäude aus Fachwerk die vortretenden Balkenköpfe um das Gebäude herumführt, so sind auch bei vorliegendem Giebelgesims die Sparrenköpfe mittels Stichsparren, deren Länge

Fig. 647.

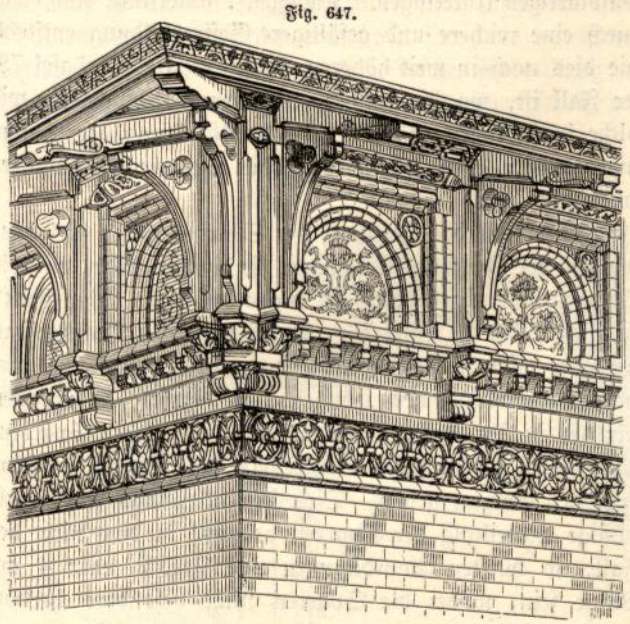
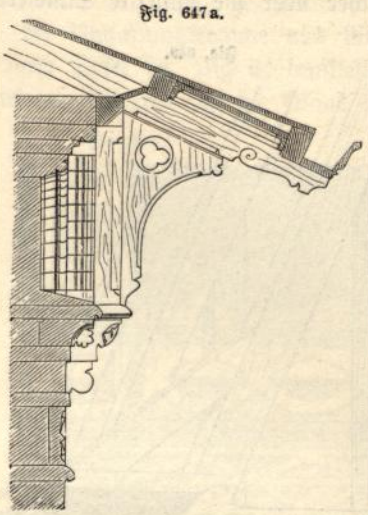
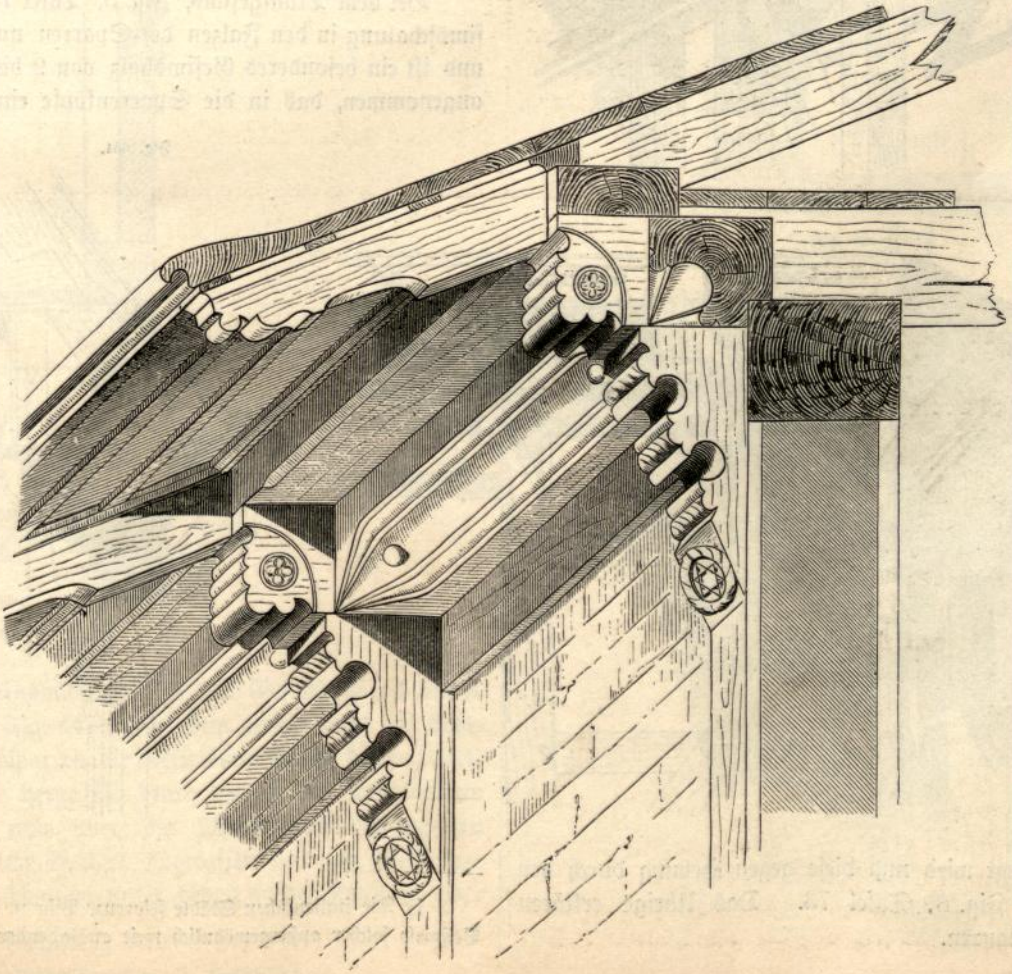


Fig. 647a.



aus Fig. 5 ersichtlich ist, am Giebel angeordnet, wobei die Zwischenfelder des Traufgesimses auch am Giebel regelmäßig fortgeführt werden. Die Dachrinne setzt sich am

Fig. 648.



Giebel fort und erhält da einen in ihrer Mitte nach der ganzen Länge eingelöteten, 12 bis 15 cm breiten Bleistreifen, welcher über die äußerste Schieferlage des Ortganges umgelegt wird und diese gegen Hebung durch den Wind schützt, Fig. 8, Tafel 73. Das Übrige erklären deutlich die Figuren.

Fig. 649.

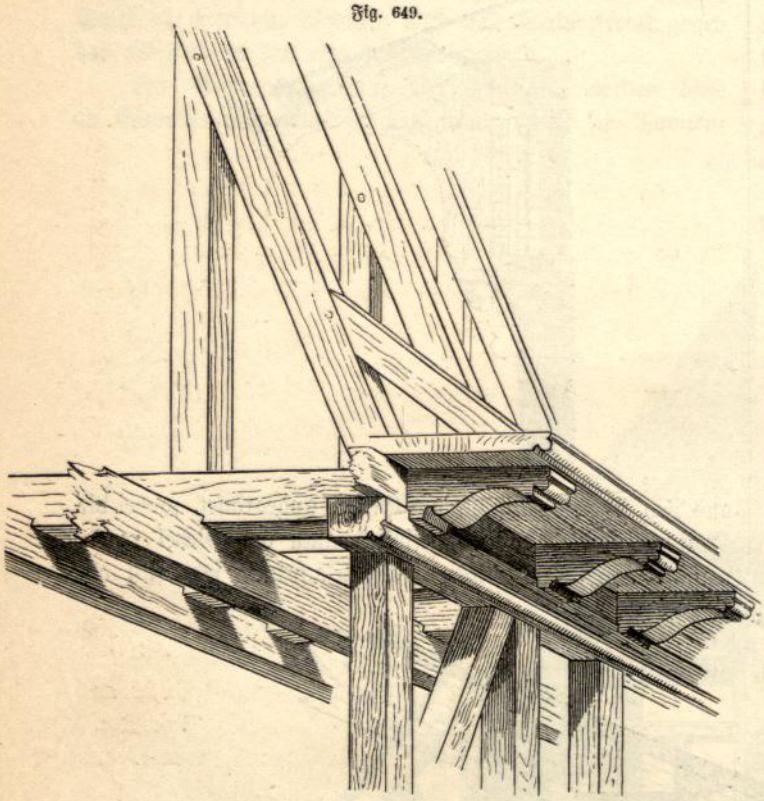


Fig. 650.

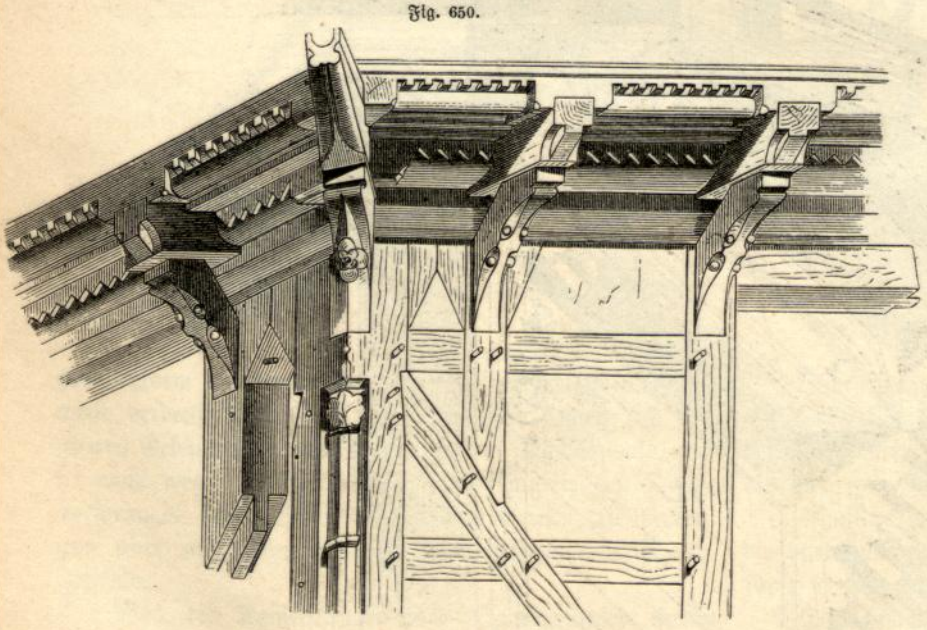
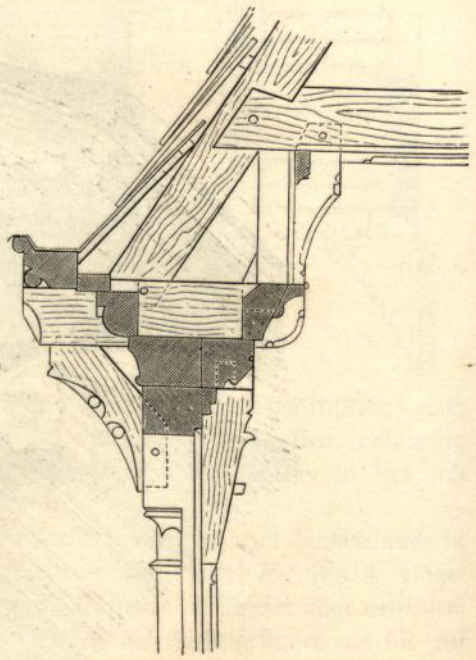


Fig. 1, Tafel 76, zeigt die Anordnung eines Traufgesimses, bei welchem die vortretenden Sparren noch mit konsolartigen Unterlagen, „Knaggen", unterstützt sind, wodurch eine reichere und gefälligere Gesimsbildung entsteht, wie dies noch in weit höherem Maße in Fig. 6, Tafel 78, der Fall ist, wo die weit vortretenden Dachsparren, wie solche in südlichen Gegenden[1]) zur Abhaltung der Sonne angeordnet werden, durch zwei oder mehrere Sattelhölzer unterstützt sind.

Will man das Hirnholz der Sparren gegen das Eindringen der Feuchtigkeit schützen, so ordnet man vor die Sparrenköpfe ein 4 bis 5 cm dickes eichenes „Hängebrett" an, Fig. 2 bis 4, Tafel 76. Dabei kann das Traufgesims mit oder ohne Rinne hergestellt werden. Was die formale Behandlung des Hängebrettes betrifft, so möchten wir der in Fig. 3 gezeichneten, nach welcher die Sparrenköpfe durch stellenweises Verbreitern des Brettes markiert sind, den Vorzug geben. Dies setzt allerdings eine regelmäßige Einteilung der Sparren voraus; ist dies nicht der Fall, so dürften Anordnungen wie Fig. 2 oder 4 am Platze sein, wobei die Sparren nicht besonders hervorgehoben werden.

Bei dem Traufgesims, Fig. 5, Tafel 76, liegt die Gesimsschalung in den Falzen der Sparren unter den Latten, und ist ein besonderes Gesimsholz von 9 bis 12 cm Stärke angenommen, das in die Sparrenköpfe eingeschoben wird.

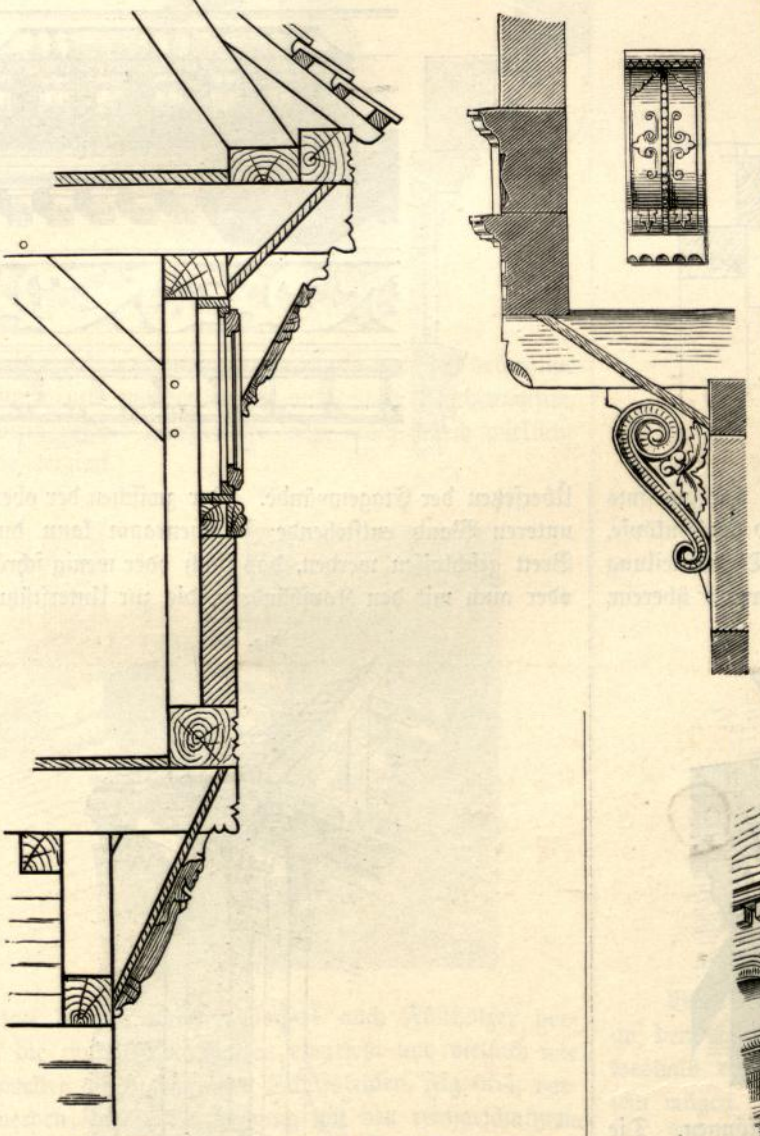
Fig. 651.



1) Die italienischen Städte Florenz, Pisa u. s. w. zeigen schöne Beispiele solcher außergewöhnlich weit ausladender Gesimse.

Eine sehr stattliche Gesimsbildung läßt sich nach der Fig. 647 erzielen, bei welcher die Sparren auf einem von Pföstchen getragenen Langholz ruhen und außerdem durch Konsolen mit den Pföstchen verbunden sind; die dazwischen liegenden Wandfelder haben eine reiche Ausbildung in Terrakotten erhalten. Fig. 647 a zeigt den Durchschnitt des Gesimses.[1])

Fig. 652.



Ähnliche Ausbildung zeigt das Gesims Fig. 1 bis 3, Tafel 77 (s. a. Fig. 447 a), bei dem jedoch nicht die überhängenden Dachsparren die Gesimsausladung bilden; vielmehr wird diese hergestellt durch die an den Dachbindern vorkommenden und über die Mauerflucht verlängerten Zangen, in welche Wechsel eingelassen sind zur Aufnahme der übrigen Stichbalken, unter denen wieder Konsolen oder Kopfbänder angebracht sind. Die entstehenden Felder können dann auch zur Anbringung kleiner Lichtöffnungen dienen, oder mit Medaillons und dergl. geschmückt werden.

Bestehen die Umfassungswände aus Riegelfach, so wird vielfach nach Tafel 78, Fig. 3, konstruiert, d. h. es wird der Druck der Sparren auf die Wand gebracht, und

Fig. 653.

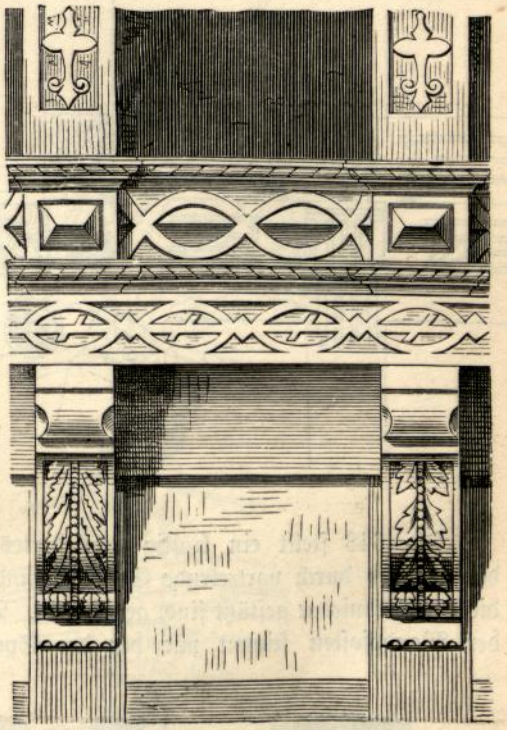
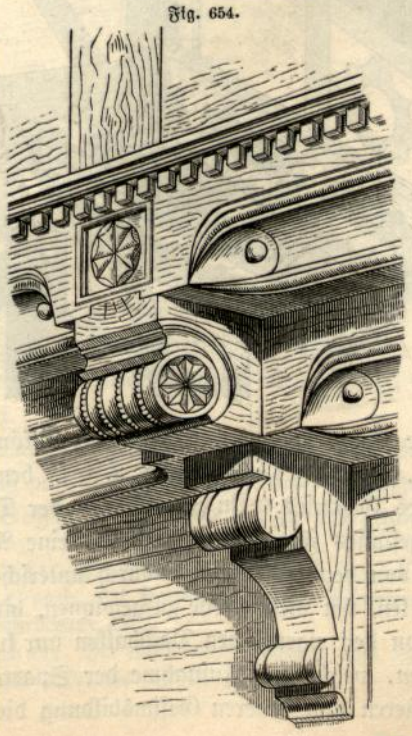


Fig. 654.



1) Deutsche Bauzeitung 1873.

zur Ableitung des Regenwassers werden dann Aufschieblinge aufgesetzt, wodurch der häufig angewendete, aber für manche Deckungsmaterialien ungünstige Leistbruch entsteht.

Einige reicher ausgebildete Holzgesimse bei Fachwerkswänden zeigen die Fig. 648 bis 651.

Fig. 655.

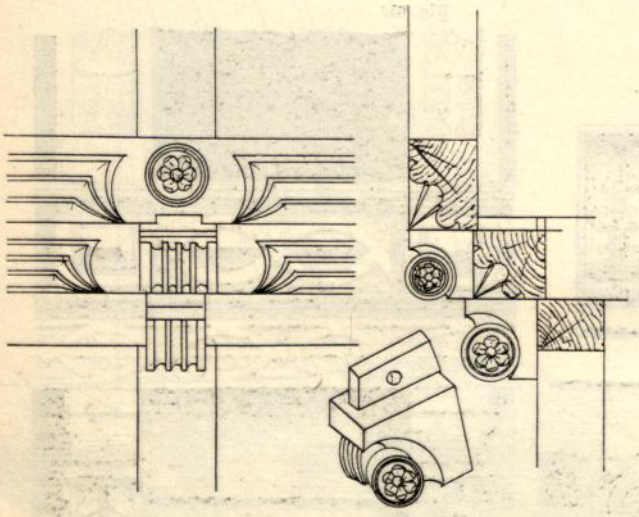
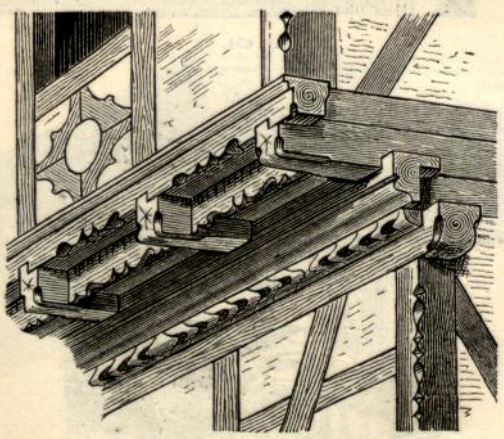


Fig. 648 stellt ein kräftig gegliedertes Hauptgesims dar, welches durch vortretende Sparren- und Balkenköpfe, die durch Konsolen gestützt sind, gebildet ist. Die Einteilung der Wandpfosten stimmt mit der der Sparren überein,

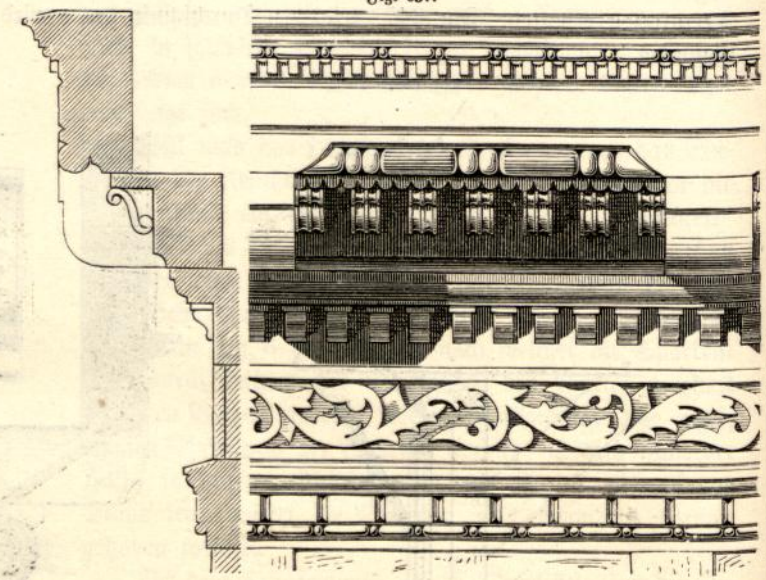
Fig. 656.



wodurch die Konsolen gut befestigt werden können. Die Wandpfette, Füllhölzer, Schalung u. s. f. bewirken den Abschluß des Gesimses. In Fig. 651 ist der Durchschnitt des Hauptgesimses Fig. 650 dargestellt, eine Anordnung, welche sich von den bisherigen dadurch unterscheidet, daß die Deckebalken, um mehr Höhe zu gewinnen, hinaufgerückt sind und von den eigentlichen Dachbalken nur kurze Stücke übrig bleiben, welche zur Aufnahme der Sparren sowohl, als zur äußeren und inneren Gesimsbildung dienen. Dagegen bildet sich bei Fig. 649 die Gesimsausladung durch Verlängerung der Dachbalken.

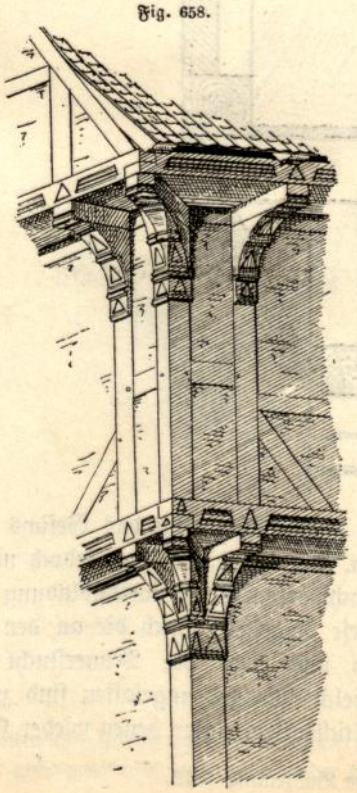
Gelegenheit zu reizvollen Durchbildungen ergeben sich bei zwei- und mehrstöckigen Gebäuden aus Riegelfach durch

Fig. 657.



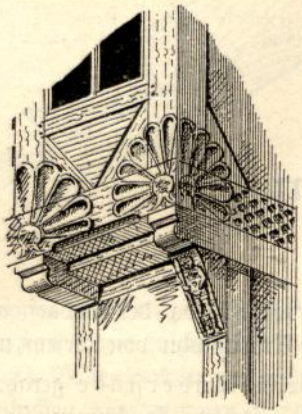
Übersetzen der Etagenwände. Der zwischen der oberen und unteren Wand entstehende Zwischenraum kann durch ein Brett geschlossen werden, das flach oder wenig schräg liegt, oder auch mit den Kopfbändern, die zur Unterstützung der

Fig. 658.



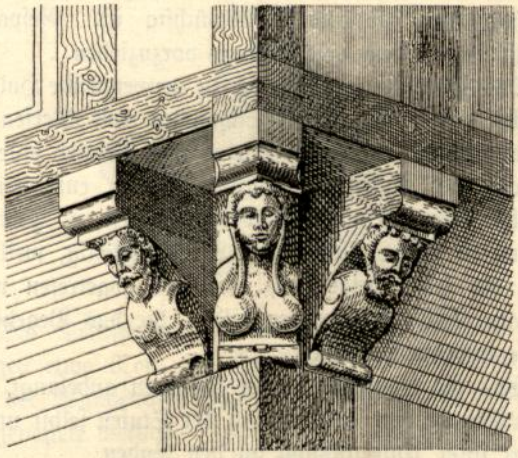
vorkragenden Balken dienen, gleiche Neigung erhalten kann. Beispiele geben Fig. 652 vom Trinitatis-Hospital in Hildesheim,[1] und Fig. 653[2] von einem Fachwerkhause in Braunschweig aus der Mitte des 17. Jahrhunderts. Diese Schutzbretter, die ursprünglich nur aus Zweckmäßigkeitsgründen

Fig. 659.



angebracht wurden, gewannen im Laufe der Zeit dekorative Bedeutung, und wurden durch aufgemalte Flächenmuster, durch ornamentale Flachreliefs oder auch durch wirkliche Gemälde verziert.

Fig. 660.

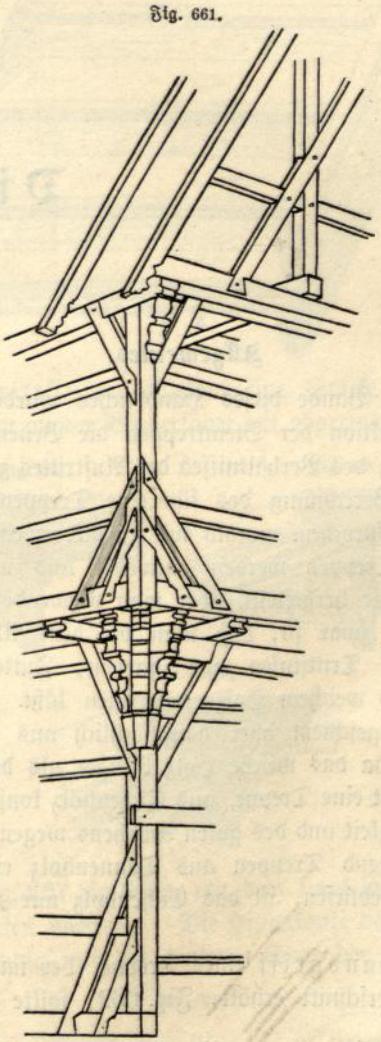


Statt der Füllbretter werden auch Füllhölzer verwendet, die zwischen die Balken eingesetzt und vielfach wie die Schwellen mit sogenannten Schiffskehlen, Fig. 654, versehen werden, die in Verbindung mit den reichgeschnitzten Balkenköpfen und Knaggen von besonderem malerischen Reiz sind. Die Füllhölzer gelangten nicht allerwärts gleichzeitig in Gebrauch; am frühesten lassen sie sich in Braunschweig nachweisen, wo sie etwa um die Mitte des 16. Jahrhunderts auftreten.

1) Schäfer, Holzarchitektur vom XIV. bis XVIII. Jahrh.
2) Gewerbehalle 1874.

Fig. 655[1] zeigt, in welcher Weise die Knaggen in die Pfosten eingesetzt werden. Fig. 656[2] giebt noch ein einfaches Etagengesims von einem Schweizer Holzhaus, und Fig. 657[3] ein solches von einem Fachwerkhause in Höxter aus dem Jahre 1587, das eine ganz antikisierende Behandlungsweise zeigt.

Fig. 661.



Bei diesen Etagengesimsen ist besonders die Ausbildung an den Ecken mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, weshalb einige Motive in Fig. 658 bis 661[4] mitgeteilt sein mögen.

Auf Tafel 79 geben wir schließlich noch einige Motive zur Bildung von Giebelblumen, Schutz- oder Hängebrettern aus dem Behse'schen Werke „Der dekorative Holzbau".

1) Schäfer, Holzarchitektur vom XIV. bis XVIII. Jahrh.
2) Gladbach, Die Holzarchitektur der Schweiz.
3) Gewerbehalle 1874.
4) Lachner, Der norddeutsche Holzbau, und Schäfer, Holzarchitektur vom XIV. bis XVIII. Jahrh.

Elftes Kapitel.

Die Treppen.

§ 1.

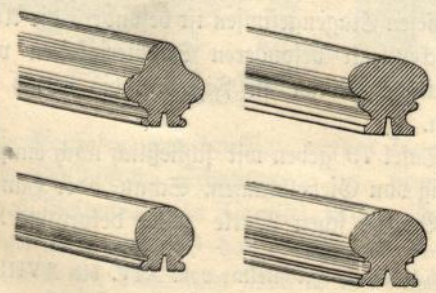
Allgemeines.

Im I. Bande dieses Handbuches wurden schon bei der Konstruktion der Steintreppen die Benennungen, die Ermittelung des Verhältnisses des Auftrittes zur Steigung, sowie die Berechnung des für eine Treppenlage nötigen Raumes besprochen, worauf wir zurückverweisen.

Die Treppen werden entweder aus weichem oder hartem Holze hergestellt, oder man verwendet beide Holzarten, und zwar so, daß man die dem Abnutzen stark ausgesetzten Trittstufen aus hartem, Futterstufen und Zargen aus weichem Holze anfertigen läßt. Ein solches Verfahren geschieht aber hauptsächlich aus ökonomischen Gründen, da das weiche Holz billiger als das harte ist, und verdient eine Treppe, aus Eichenholz konstruiert, ihrer Dauerhaftigkeit und des guten Ansehens wegen den Vorzug. Denn während Treppen aus Tannenholz eines Ölfarbanstriches bedürfen, ist das Eichenholz nur zu ölen und zu firnissen.

Der Handgriff einer Treppe, der im allgemeinen runden Querschnitt erhält, Fig. 662, sollte gebeizt oder

Fig. 662.



poliert werden und schon deshalb aus einem harten, feinaderigen Holze bestehen. Man nimmt gewöhnlich Kirschbaum-, Pflaumbaum- oder Mahagoniholz, was um so leichter ausführbar ist, da der Bedarf an Material nur gering und der Arbeitslohn von diesem unabhängig ist.

Werden die Geländerstäbe gerade und quadratisch im Querschnitt gestaltet, so können sie von Nadelholz hergestellt werden, weil dieses am geradesten gewachsen zu sein pflegt, und die schwachen Geländerstäbe, weniger „über den Span geschnitten", haltbarer sind. Bei runden, gedrehten Geländerstäben wird man hartes Holz verwenden müssen, und es ist die Wahl ziemlich gleichgiltig, wenn das Holz nur fest und geradwüchsig ist. Gespaltenes Holz ist immer dem geschnittenen vorzuziehen.

Das sämtliche zu Treppen zu verwendende Holz muß möglichst trocken sein, damit Schwinden und Werfen möglichst ausgeschlossen wird. Dielen und Bretter sollen nur Kernholz und keinen sogenannten Splint enthalten und möglichst astfrei sein. Besonders bei den zu Trittstufen verwendeten Dielen sind große Äste nachteilig, weil diese, härter als das übrige Holz, weniger abgetreten werden und daher bald Erhöhungen bilden, die das Begehen der Treppe unbequem machen.

Was die Konstruktion der Treppen anbelangt, so ist diese abhängig von der Bildung der Stufen selbst und von der Art ihrer Unterstützung an den Enden.

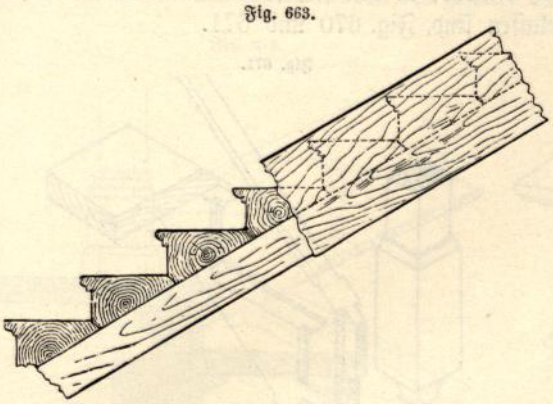
Die Stufen können sein:

1) Blockstufen; 2) eingeschobene Stufen; 3) versetzte Stufen mit Futterbrettern oder Setzstufen, und 4) aufgesattelte Stufen mit Setzstufen.

1) Zu den ältesten Holztreppen möchten wohl die zu zählen sein, welche der Steinkonstruktion nachgeahmt sind und aus Blockstufen, die aus dem vollen Holze gearbeitet werden, bestehen. Zur Unterstützung dienen balkenartige Zargen, Fig. 663. Dabei können die Trittköpfe entweder sichtbar bleiben oder mit Dielen abgedeckt sein, die eine Art Wange bilden. Diese Konstruktion, die sich nur für Treppen mit geraden Armen eignet, dürfte nur in sehr

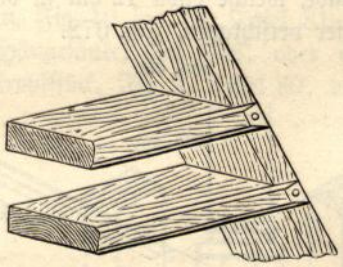
holzreichen Gegenden Verwendung finden; außerdem reißen die Hölzer stark auf und gewähren dadurch kein gutes Ansehen.

Fig. 663.



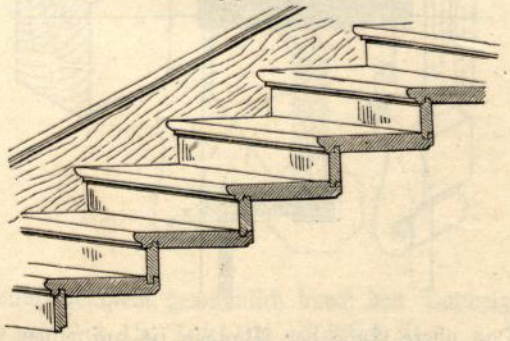
2) Die Treppen mit eingeschobenen Stufen oder die „Leitertreppen", wie solche meist aus weichem Holz konstruiert und als Bodentreppen verwendet werden, gehören zu der einfachen geradarmigen Treppenkonstruktion. Sie können vollständige, aus Tritt- und Setzstufen bestehende Stufen sein, oder nur aus Trittstufen bestehen, denen die Setzstufen fehlen. Letztere Konstruktion ist die am meisten vorkommende und in Fig. 664 isometrisch abgebildet.

Fig. 664.



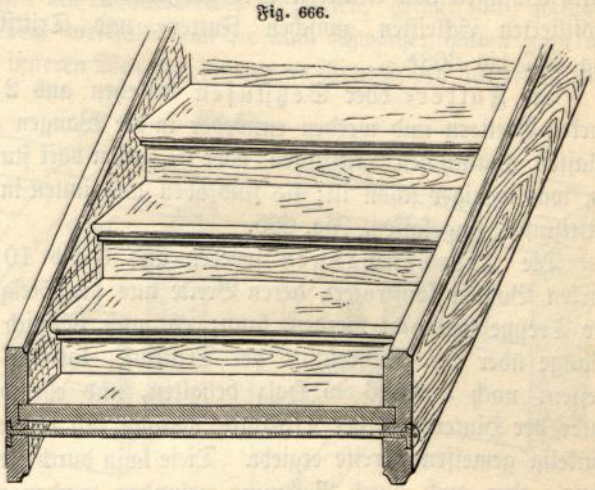
Die Trittstufen sind mit ihren Hirnenden in die Wangen etwa 3 cm tief eingelassen und stehen etwa 3 cm über der Wangenoberfläche vor, woselbst sie abgeschrägt und genagelt werden.

Fig. 665.



3) Treppen mit eingesetzten Stufen, die man auch gestemmte Treppen nennt, sind aus Trittstufen, Setz- oder Futterstufen und Wangen zusammengesetzt, wie dies Fig. 665 im Längenschnitt und Fig. 666 im Querschnitt darstellt.

Fig. 666.



Die Trittstufen erhalten eine Stärke von 4 bis 6 cm, werden an der Vorderkante mit abgerundetem Profil

Fig. 667.

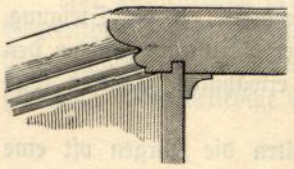


Fig. 668.

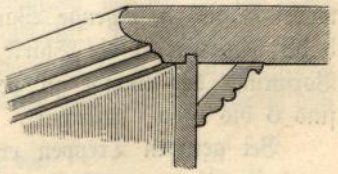
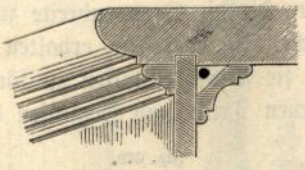


Fig. 668a.



versehen, Fig. 667 bis 668a, mit dem sie 4 bis 6 cm über die Futterstufen vortreten. Die Hinterkante der Trittstufen ist meist bündig mit der hinteren Seite der Futterstufen,

Fig. 669.

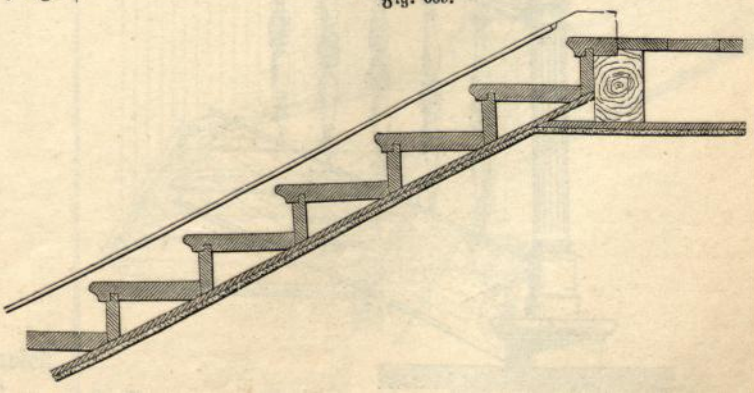


Fig. 665, mitunter stößt sie an die vordere Seite der Futterstufen an, Fig. 669, wodurch aber unschöne Fugen

entstehen, oder sie tritt hinter den Futterstufen vor, Fig. 672 und 692. Eine reichere Durchbildung erhält die Untersicht durch Einfügen von kleineren oder größeren gekehlten oder profilierten Eckleisten zwischen Futter- und Trittstufe, Fig. 667 bis 668a.

Die Futter- oder Setzstufen bestehen aus 2 cm starken Brettern und werden entweder in die Wangen eingelassen, ähnlich den Trittstufen, oder sie stoßen dort stumpf an, was weniger schön ist; sie sind oben und unten in die Trittstufen eingelassen, Fig. 665.

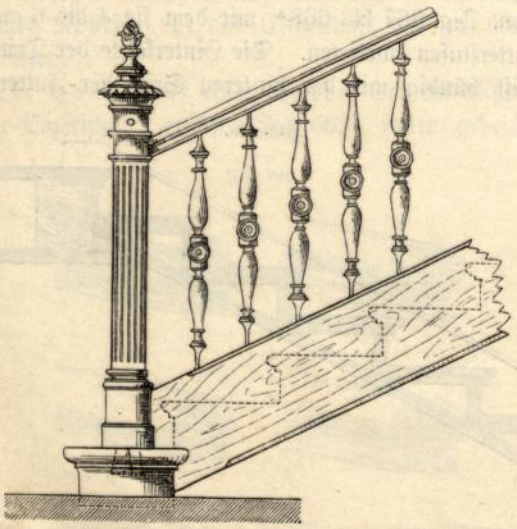
Die Treppenwangen werden aus 6 bis 10 cm starken Bohlen konstruiert, deren Breite aus der Steigung der Treppe bestimmt werden kann; es muß nämlich die Wange über der Vorderkante der Trittstufe, lotrecht gemessen, noch 5 bis 6 cm Holz behalten, und ebensoviel unter der Hinterkante der Trittstufe, woraus sich die rechtwinkelig gemessene Breite ergiebt. Diese kann durch Zeichnung, aber auch durch Rechnung gefunden werden nach der Formel:

$$B = (d + h + 2a)\frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}},$$

wobei B die zu suchende Wangenbreite, h die Steigung, b den Auftritt, d die Stärke der Trittstufen und a den Vorsprung der Wange zu den erwähnten Punkten (das sind 5 bis 6 cm) bezeichnet.

Bei geraden Treppen erhalten die Zargen oft eine namhafte Länge, weshalb man sie ein- bis zweimal mit Schraubenbolzen, die die Treppenbreite zur Länge haben, zusammenschraubt, Fig. 666; sie erhalten runde Muttern und Köpfe, um sie sauber einlassen zu können. Sind die Anschlüsse zwischen Tritt- und Setzstufen durch Kehlleisten

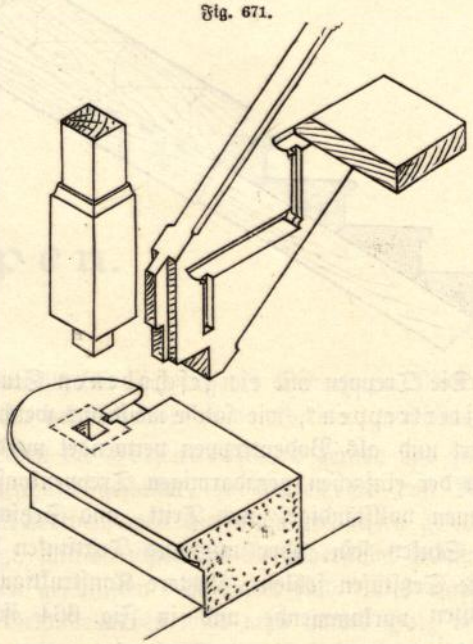
Fig. 670.



gedeckt, so können die Schraubenbolzen hinter diesen versteckt werden, Fig. 668a.

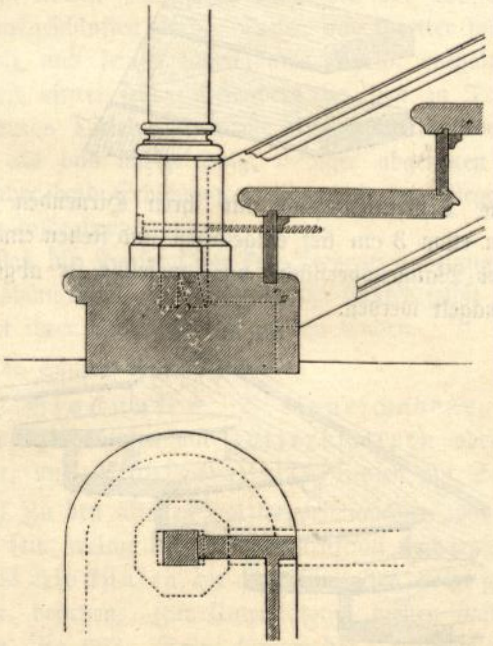
Bei einer geraden Treppe stemmt sich das untere Ende der Zargen gewöhnlich gegen den fest versetzten steinernen Antritt, in den sie, sowie in den Geländerpfosten, eingelassen sind, Fig. 670 und 671.

Fig. 671.



Um den Pfosten recht fest zu stellen, wird er durch eine Holzschraube, welche etwa 12 cm in die Wange eingreift, mit dieser verschraubt, Fig. 672.

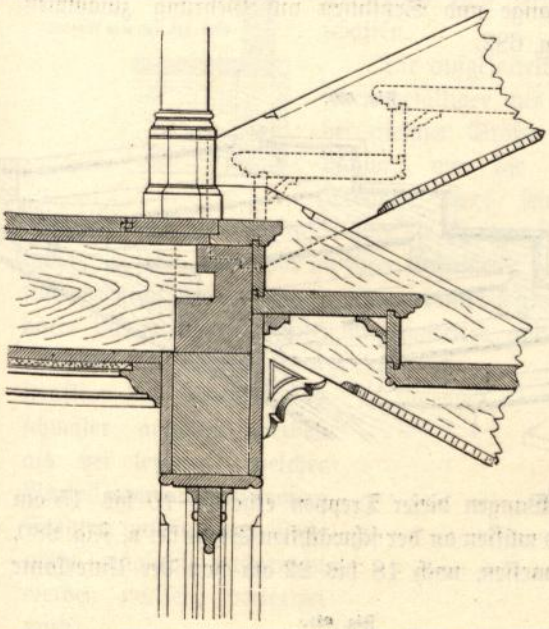
Fig. 672.



Das obere Ende der Wangen ist auf einen Wechsel aufgeklaut, Fig. 673 und 674, der die Stichbalken des Stiegenhauses aufnimmt.

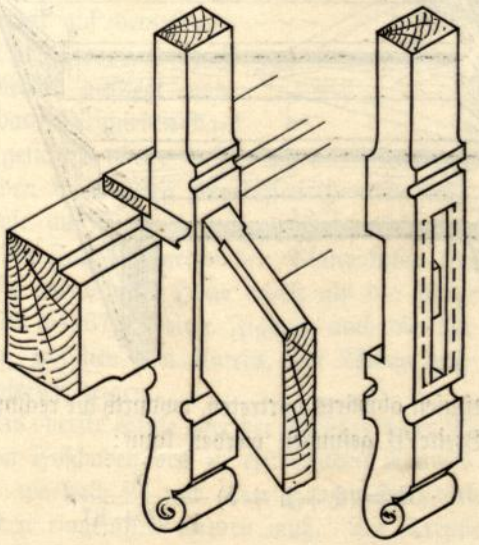
Bei geraden gebrochenen Treppen, mit oder ohne Podest, werden die oberen Enden der Wangen des ersten Laufes, sowie die unteren Wangenenden des zweiten Laufes

Fig. 673.



entweder in einen Pfosten, Fig. 3, Tafel 81, oder in einen Geländerpfosten, Fig. 10 bis 12, Tafel 81, und Fig. 675, oder in eine Hängesäule, Fig. 676, oder endlich in ein sogenanntes Kropfstück, Fig. 2, Tafel 80, eingesetzt. Die

Fig. 675.

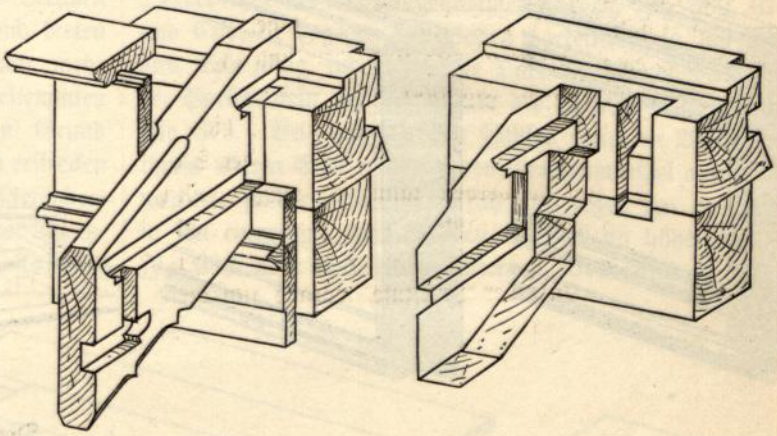


Verbindung geschieht gewöhnlich durch den Doppelzapfen, welcher aus Fig. 12, Tafel 81, ersichtlich ist.

Zur Befestigung der Tritt- und der Futterstufen sind äußere und innere Wangen notwendig.

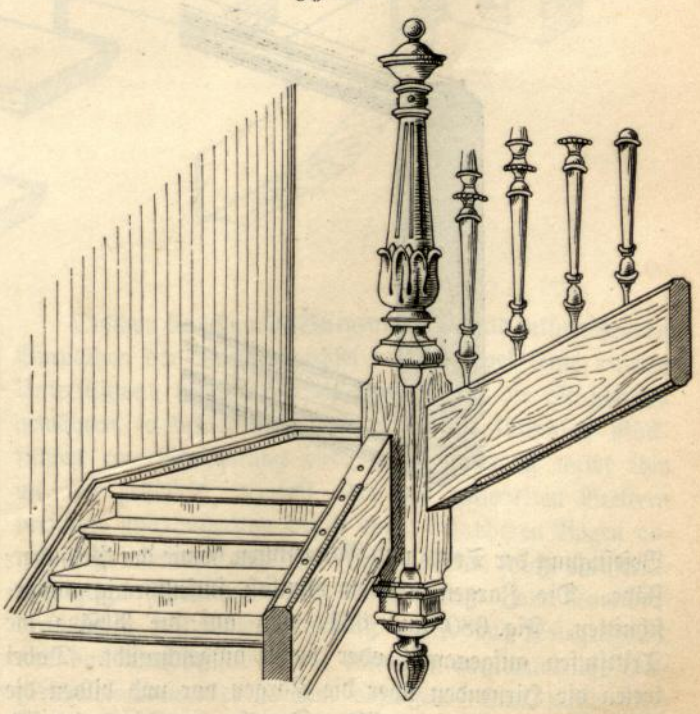
Die äußeren Wangen ziehen längs der Mauer hin und können durch sogenannte „Stiegenhaken“ in die Fugen des Mauerwerkes eingreifen, gefaßt und getragen werden, weshalb man sie auch schwächer halten kann als die inneren Wangen, die nur an ihren Enden unterstützt sind.

Fig. 674.



Zur Profilierung der Wangen werden für die obere Begrenzung solche Profile gewählt, in welche sich nicht leicht Staub einsetzen kann, dagegen kann der unteren Begrenzung durch beliebige Profile und namentlich durch das

Fig. 676.



Aufsetzen von Zierleisten ein gefälligeres Ansehen gegeben werden, Fig. 677 bis 679. Auch füllt man gern die spitzen Winkel an der Endigung der Zargen durch Knaggen

oder kleine Träger aus, Fig. 673. An der oberen Seite der Zargen werden die Geländerstäbe Fig. 670 eingesetzt.

Fig. 677.

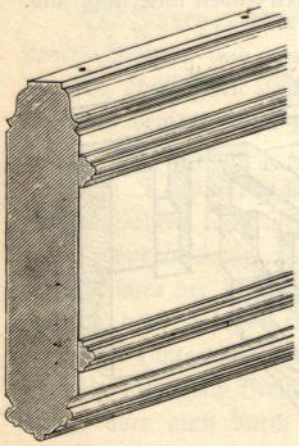
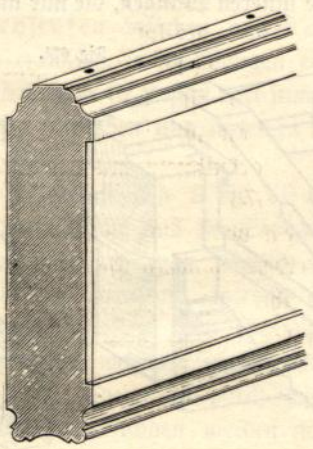


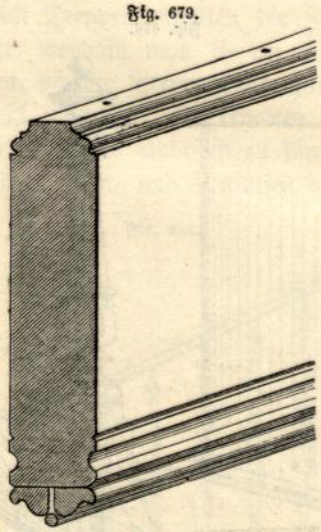
Fig. 678.



Was endlich

4) die Treppen mit aufgesattelten Tritt- und Setzstufen betrifft, so unterscheiden sie sich von den letztgenannten durch die Form der Zarge und die Art der

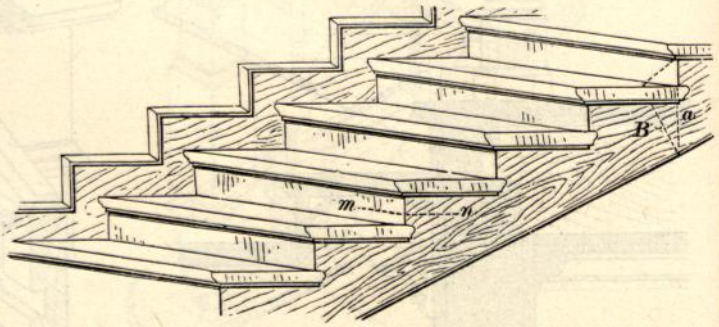
Fig. 679.



Befestigung der Tritt- und Futterstufen, sowie der Geländerstäbe. Die Zargen werden nämlich stufenförmig ausgeschnitten, Fig. 680 und 681, und auf die Absätze die Trittstufen aufgenagelt oder besser aufgeschraubt. Dabei treten die Hirnenden über die Zargen vor und bilden die Wiederkehr des Trittprofils. Da aber am Hirnholze sich Profile nicht sauber aushobeln lassen, so erhält jede Trittstufe am Hirnende eine eingeschobene Leiste, „Hirnleiste", Fig. 682 und 683.

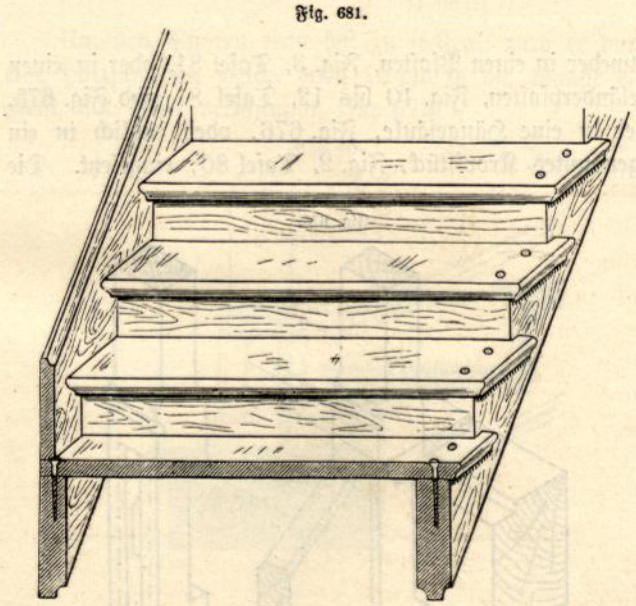
Die Setzstufen werden mit den Trittstufen durch Nutung verbunden, wie bei den gestemmten Treppen, und ihre Enden an die senkrechten Absätze der Wangen genagelt. Damit aber nur eine wenig bemerkbare Fuge entsteht, werden Wange und Setzstufen auf Gehrung zusammengepaßt, Fig. 682.

Fig. 680.



Die Wangen dieser Treppen erhalten 10 bis 15 cm Stärke und müssen an der schwächsten Stelle bei a, Fig. 680, lotrecht gemessen, noch 18 bis 22 cm von der Unterkante

Fig. 681.



der Trittstufen abwärts vortreten, wodurch die rechtwinkelige größte Breite B gefunden werden kann:

$$B = (d + h + a)\frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}},$$

wobei die Buchstaben dieselbe Bedeutung haben, wie bei der schon erwähnten Formel, nur mit dem Unterschiede, daß a = 18 bis 22 cm anzunehmen ist.

Sollen gerade aufgesattelte, ganz frei stehende Treppen bei namhafter Länge der Wangen ein zierliches Ansehen

erhalten, so kann man sich mit Vorteil der ⊤-Schienen bedienen, welche auf die unteren Seiten der Wangen aufgeschraubt werden und der Treppe bei geringer Wangenstärke doch die erforderliche Sicherheit und Festigkeit verschaffen.

Fig. 682.

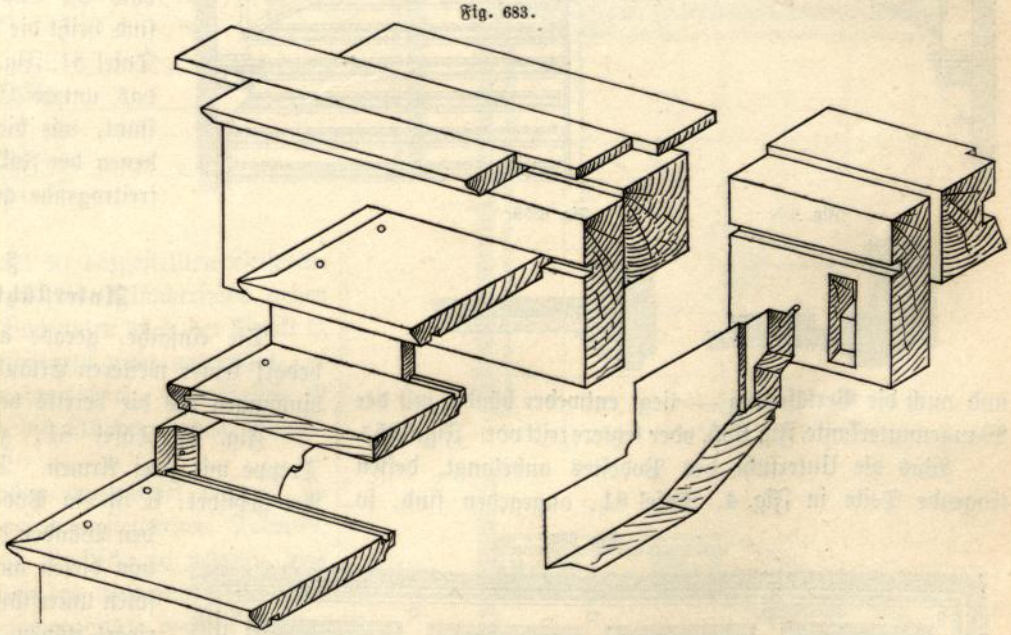
Schnitt mn der Fig. 680.

Die aufgesattelten Treppen sehen gefälliger aus und bieten bei gleicher Größe auch mehr Raum, wie die gestemmten Treppen, was seinen Grund darin hat, daß die Trittstufen über die Wangen sich erstrecken und an letzteren, und zwar an ihrer Außenseite, die Geländerstäbe befestigt werden können. Somit kann bei gleicher benutzbarer Länge der Trittstufen aufgesattelter und gestemmter Treppen bei ersterer Konstruktion das Treppenhaus schmäler angelegt werden als bei letzterer, welcher Vorteil namentlich in großen Städten, wo die teuern Bauplätze möglichst ausgenutzt werden müssen, verwertet wird.

Der Antritt oder die unterste Stufe einer hölzernen Treppe besteht aus einer Blockstufe, Fig. 670, mit horizontaler Unterfläche, die unmittelbar auf dem Fundament der Treppe oder auf dem Gebälk aufliegt und gegen das Verschieben dadurch gesichert wird, daß sie in den Bodenbeleg eingelassen ist oder sich, wenn die Blockstufe aus Stein besteht, was im Erdgeschoß in der Regel der Fall ist, gegen den Plattenbeleg stemmt, wodurch sie etwas mehr Höhe erhält als die übrigen Stufen, Fig. 670 bis 672, welche Figuren auch die Art der Verbindung zwischen dem Antritt, der Wange und dem Geländerpfosten zeigen.

Die oberste Stufe oder der Austritt der Treppe liegt mit dem Fußboden des zu ersteigenden Raumes in einer Ebene, weshalb sie mit ihrer ganzen Holzstärke in den Fußboden eingelassen werden muß. Die Treppen lehnen sich mit ihrem oberen Ende in den meisten Fällen gegen einen Wechsel in der Balkenlage, und da dieser zugleich dem Fußboden zur Unterlage dient, so kann die oberste Trittstufe nicht die Breite der übrigen bekommen, weil sonst die Fußbodenbretter kein Auflager fänden. Deshalb giebt man der obersten Stufe gewöhnlich nur die halbe Breite, oder macht sie so breit, als die Wange mit ihrer Klaue auf den Wechsel greift, welche Verbindung auch hier üblich ist. Die Trittstufen sind aber gewöhnlich stärker als die Fußbodenbretter, und deshalb muß auf die Breite der Austrittsstufe dieser Überschuß an Stärke aus dem „Treppenwechsel“ herausgenommen werden, Fig. 669, 674 und 675; ist dagegen der Boden parkettiert, so hat man dies nicht nötig, indem sich die Dicke des Blindbodens und der Parketttafeln mit der Stärke der Trittstufen ausgleicht, Fig. 673. Bei aufgesattelten Stufen kann die Wange an ihrem oberen Ende nicht auf den Treppenwechsel aufgeklaut werden, sondern sie stemmt sich nur gegen ihn und wird in ihn eingezapft, was für den Wechsel ein höheres Holz, Fig. 683, oder noch einen Unterzug erforderlich macht.

Fig. 683.



Obschon bei schmalen Stiegenhäusern und entsprechenden Vorplätzen der Treppenwechsel in der Regel keine weitere Unterstützung bedarf, als die, welche ihm die Stichbalken gewähren, so bringt man doch gerne aus formalen Rücksichten eine Verstärkung oder einen Unterzug unter ihm an, der gehobelt, vergipst oder mit gehobelten Brettern verschalt und außerdem durch einen besonderen Bogen abgesprengt werden kann, wie Fig. 684 eine solche Konstruktion zeigt. Dadurch erhält die Vorplatz- oder Korridordecke einen bestimmten Abschluß gegen das Stiegenhaus, und das Deckengesims kann entweder am Unterzuge fortgeführt werden oder an ihm abstoßen. Eine solche Verstärkung des Treppenwechsels ist bei weiten Stiegenhäusern und tiefen Vorplätzen Bedürfnis.

Die Treppenarme oder Treppenläufe werden an ihrer Unterseite verschieden behandelt. Entweder läßt man

die ganze Konstruktion sichtbar und hobelt dann alles Holzwerk, oder die Treppenuntersicht wird vertäfert, oder auf Schalung oder Lattung verputzt, Fig. 669; der Putz —

Fig. 684.

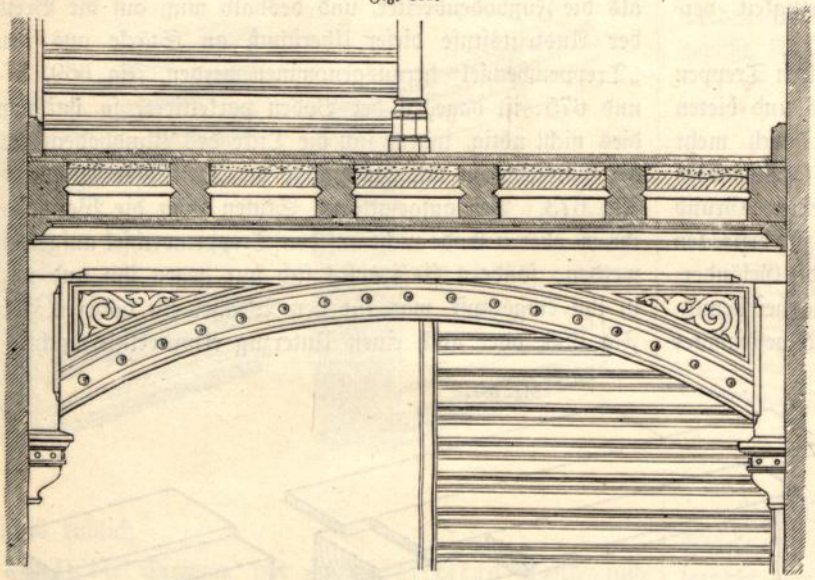
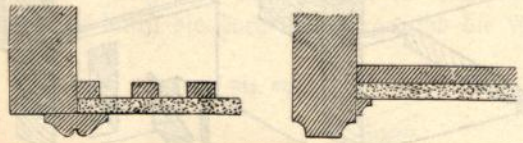


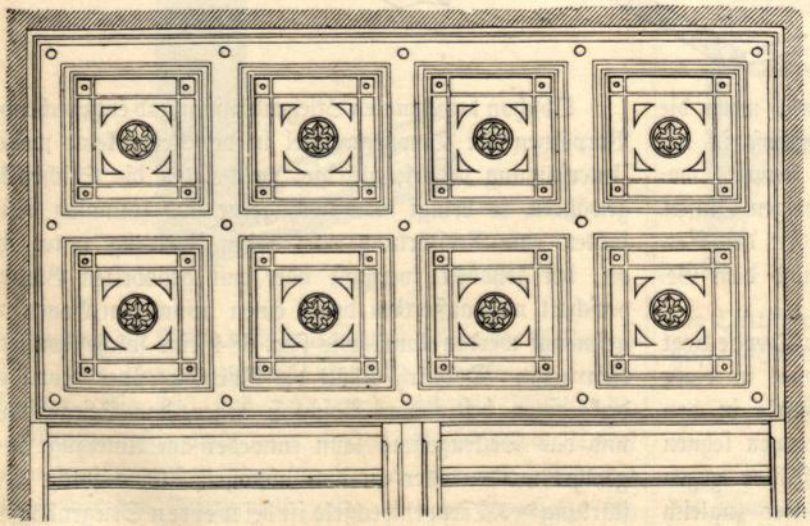
Fig. 685. Fig. 685a.



und auch die Vertäferung — liegt entweder bündig mit der Wangenunterkante, Fig. 685, oder letztere tritt vor. Fig. 685a.

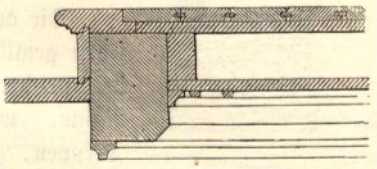
Was die Untersicht des Podestes anbelangt, dessen tragende Teile in Fig. 4, Tafel 81, angegeben sind, so

Fig. 686.



können Podestbalken, Podestriegel und der Beleg derselben abgehobelt werden und sichtbar bleiben, oder es kann eine besondere Zwischendecke angeordnet werden, Fig. 686 und Fig. 687. Anstatt dieser Holzdecke kann auch hier eine Putzdecke ausgeführt werden. Legt man Wert auf gefällige Ausbildung des Podestes, so muß sich selbstredend auch der Bodenbeleg danach richten, Fig. 688.

Fig. 687.



Ähnlich wie bei den Steintreppen unterscheidet man bei den hölzernen unterstützte und freitragende Treppen. Sobald die Endpunkte der Zargen unterstützt sind, heißt die Treppe eine unterstützte, Fig. 3, Tafel 81, Fig. 2, Tafel 83; ist dagegen nur das untere Ende der Zargen sicher unterstützt, wie dies namentlich bei den gewundenen der Fall ist, so wird die Treppe eine freitragende genannt.

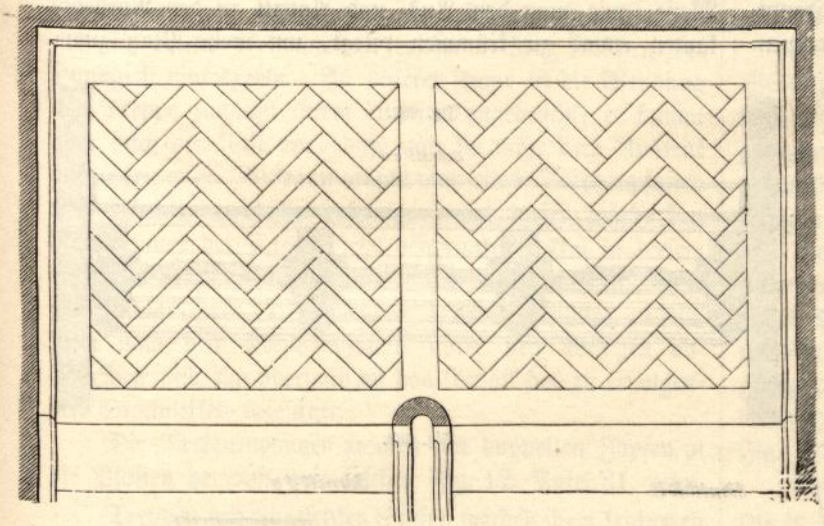
§ 2.
Unterstützte Treppen.

Die einfache, gerade aufgehende Treppe, Fig. 669, bedarf keiner weiteren Erläuterung, da keine anderen Verbindungen als die bereits besprochenen vorkommen.

Fig. 4, Tafel 81, zeigt eine gerade gebrochene Treppe mit zwei Armen. Das Podest wird auf folgende Art gebildet: R ist ein Podestriegel, der sein Auflager in den Wänden des Treppenhauses findet, und von diesen aus auch wohl noch durch Konsolen unterstützt wird. Gegen diesen Podestriegel stützen sich beide Treppenarme, und damit er keine Biegung erleidet, wird in der Richtung c d ein Querriegel c eingezapft, der mit dem anderen Ende in einem Riegel Q eingezapft ist. Werden in T und T noch ein paar schwächere Riegel angeordnet, so ist das Podest zur Aufnahme des Dielenbeleges, der wie ein gewöhnlicher Fußboden behandelt wird, fertig. Oberhalb dieses Fußbodens werden die Treppenwangen, des besseren Anschens wegen, durch aufgenagelte Holzleisten fortgesetzt, um das Podest einzurahmen. Liegen die beiden Wangen A und A′ dicht nebeneinander, so wird in C häufig ein Geländerpfosten angebracht, der mit dem Podestriegel durch einen Blattzapfen nach Fig. 12, Tafel 81, verbunden ist und in welchem die Treppenwangen mit einem Zapfen

eingreifen. Oft ist dieser Pfosten auf der äußeren Seite abgerundet und der Handgriff des Geländers läuft über ihn in einer stetigen Krümmung hinweg, Fig. 10 und 11. Sind die beiden Wangen durch einen Zwischenraum

Fig. 688.



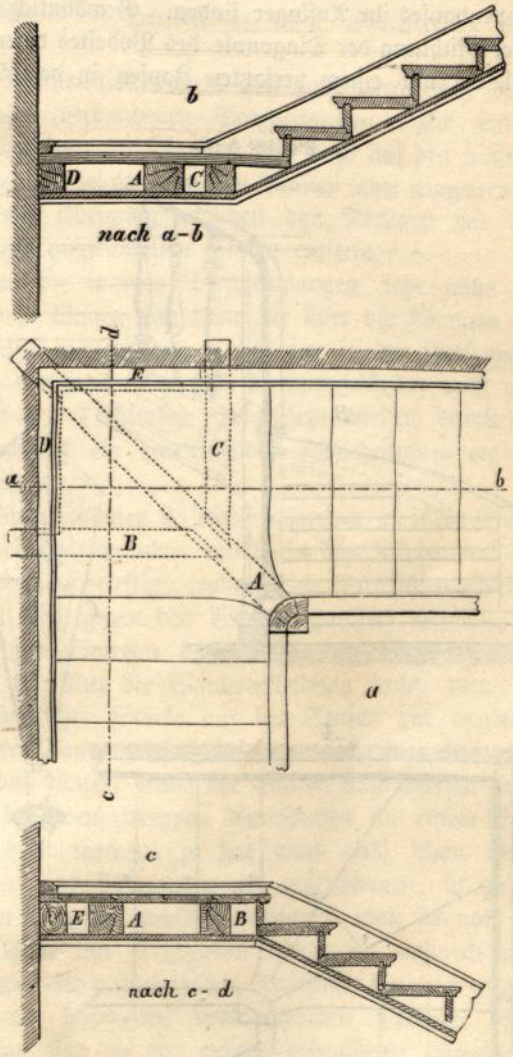
getrennt, wie in dem auf Tafel 80 dargestellten Beispiele, so fällt dieser Pfosten fort und die Geländerstäbe gehen auf dem Krümmling weiter. Von unten wird der Punkt C, Fig. 4, Tafel 81, des Podestriegels nicht unterstützt, es müßte sonst die Treppe sehr breit sein. Gewöhnlich ist aber die Tragkraft des 15 bis 20 cm hohen Podestriegels ausreichend.

Müssen gewendelte Stufen angeordnet werden, so erfolgt die Einteilung wie bei den steinernen Treppen, doch ist in diesem Fall darauf Rücksicht zu nehmen, daß keine Stufenkante in die Ecken des Podestes trifft, weil hier die Treppenwangen zusammengezinkt werden müssen, welche Verbindung, wenn man gerade in der Ecke auch die Setzstufe einlassen wollte, zu sehr geschwächt werden würde.

Bei einer solchen Anlage, Fig. 1, Tafel 81, muß in C ein Treppenpfosten aufgestellt werden, wenn die Treppe nicht eine eigentlich freitragende werden soll. Derselbe ist außerhalb rund bearbeitet, nimmt die Wangenenden und Wendelstufen auf und reicht von einer Treppenwendung zur anderen, wenn deren mehrere übereinander liegen, in welchem Fall die Handgriffe der Geländer an dem Pfosten sich „tot" laufen, wie bei x in Fig. 3. In neuerer Zeit sucht man den schwerfällig aussehenden Pfosten zu umgehen und ordnet solche nur beim ersten Laufe an, Fig. 3, Tafel 81, so daß die erste Stocktreppe eine unterstützte, die nächsten Stocktreppen dagegen nach Fig. 676 und Fig. 2, Tafel 84, freitragend sind.

Die Fig. 5 und 6, Tafel 81, zeigen die notwendigen Formen dieses Pfostens in den verschiedenen Projektionen, und auf welche Weise die Wendelstufen in ihn eingelassen werden.

Fig. 689 a, b und c.



Daß die in der Treppenwendung liegenden äußeren Wangen nicht gerade und mit denen der geraden Treppenteile nicht von gleicher Breite sein können, leuchtet ein, und es wird das „Heraustragen" dieser Wangen nach dem, was wir im ersten Teile dieses Werkes über diese Operation bei steinernen Wangen angeführt haben, keine Schwierigkeiten machen. Die Verbindung der Wangen in den Ecken durch Verzinkung zeigen die Fig. 7 bis 9, Tafel 81, und zwar Fig. 7 das Wangenstück a c, Fig. 1, Fig. 8 das Wangenstück b d und Fig. 9 das Wangenstück a b Fig. 1.

Die Konstruktion bleibt fast ganz dieselbe, wenn die Treppenwendung nur 90 statt, wie vorhin, 180 Grad

beträgt. Soll in diesem Fall ein Podest angelegt werden, so wird dasselbe in seiner Grundfläche quadratisch gestaltet; in das Eck bei A, Fig. 6–9 a, b und c, kommt ein Treppenpfosten zu stehen, und in diesen werden die Podestriegel verzapft, die mit dem anderen Ende in der Wand des Treppenhauses ihr Auflager finden. Gewöhnlich legt man in der Richtung der Diagonale des Podestes einen Hauptriegel, der mit einem versatzten Zapfen in dem Treppenpfosten befestigt wird. In diesen werden dann die Querriegel B und C mit Brustzapfen eingelegt und in diese wieder die Nebenriegel D und E auf dieselbe Weise befestigt. Auf diesen Riegeln liegt der Podestbeleg und unterhalb wird die Verschalung, wenn eine solche überhaupt verlangt wird, angenagelt. Die Querriegel B und C müssen so gelegt werden, daß der mit B bezeichnete, welcher den Austritt des absteigenden Treppenarmes trägt, so liegt, daß die Setzstufe der Austrittsstufe an der Vorderseite desselben festgenagelt, und der mit C bezeichnete so, daß die Verschalung unter dem aufsteigenden Treppenarme an ihm befestigt werden kann, ohne daß sie einen Bruch in ihrer Fläche erleidet; die beiden senkrecht aufeinander stehenden Durchschnitte durch das Podest, welche mit b und c bezeichnet sind, weisen dies näher nach, und Fig. a in der Horizontalprojektion die Art und Weise, wie man den Aus- und Antritt in den Vorderkanten etwas zu krümmen pflegt, um mehr Platz zum Einzapfen des Diagonalriegels und zum Einlassen der Setzstufen zu gewinnen.

Fig. 690 A–C.

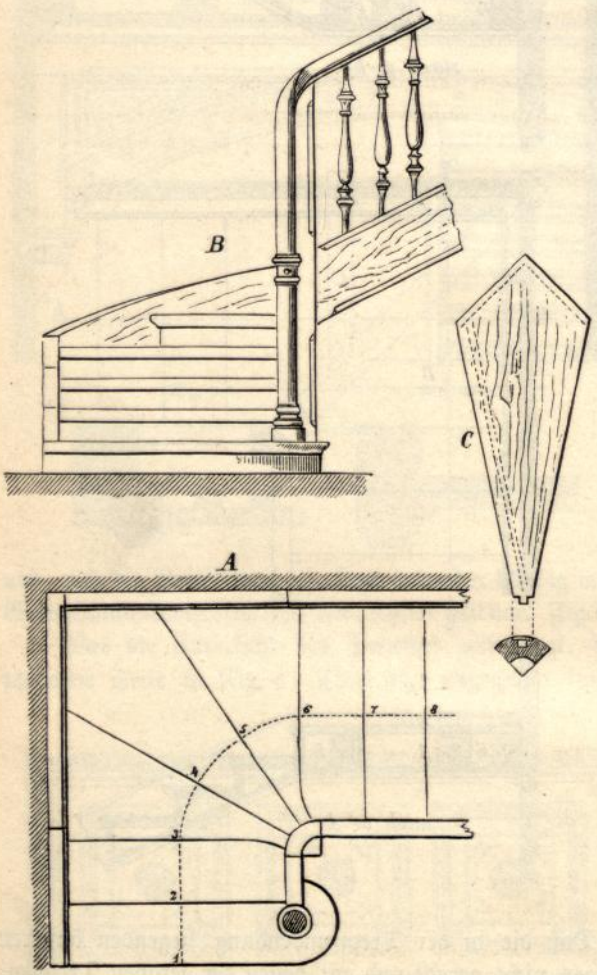


Fig. 691.

Schnitt c d

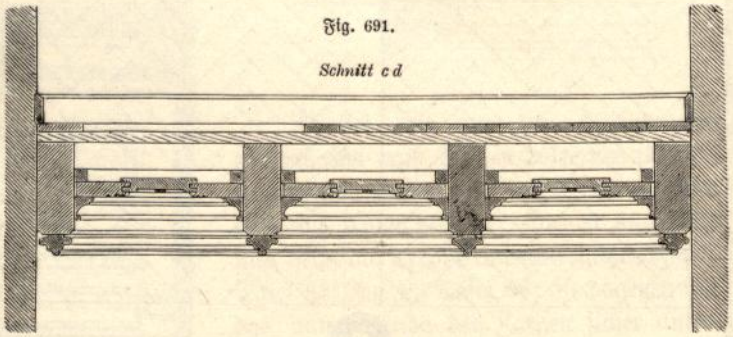
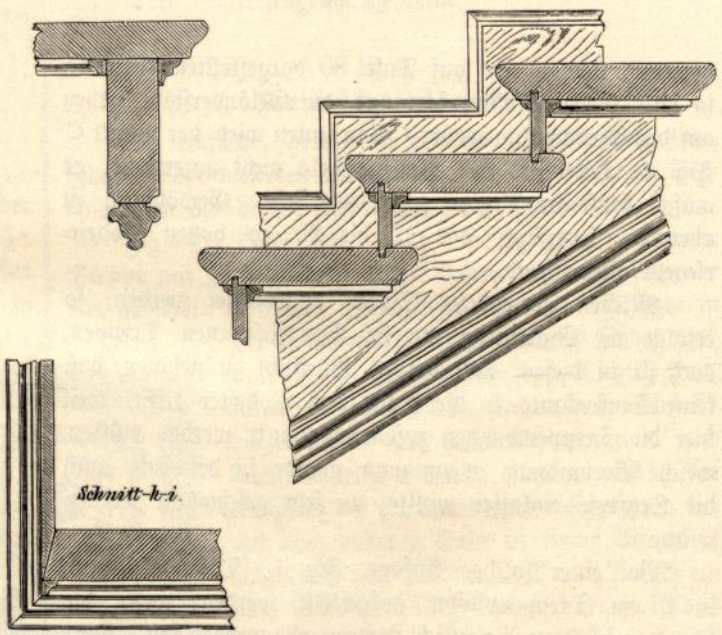


Fig. 692.

Schnitt k-l.

Schnitt f-g.

Schnitt k-i.



Sollen statt des Podestes Wendelstufen angebracht werden, so ist das Verfahren dem früheren, in Fig. 1, Tafel 81, ganz analog; nur erhält der Pfosten für die Aufnahme der Wendelstufen jetzt eine Viertelabrundung, während er früher zu diesem Zweck halbkreisförmig gestaltet sein mußte.

Hier und da tritt der Fall ein, besonders bei ländlichen Gebäuden, wo oft nur ein Stockwerk zu ersteigen

ist, daß eine gerade aufsteigende Treppe nicht den erforderlichen Raum bietet, und man genötigt ist, wenn auch nur wenige Stufen eines zweiten Treppenarmes mit dem ersten zu verbinden, Fig. 690 A bis C. Der Treppenpfosten im Eck ist hier in der Stärke der Wangen nach Fig. C, welche denselben mit der mittleren Wendelstufe im Grundriß zeigt, ab- und ausgerundet, so daß er über den Wangen als ein breiter Geländerstab erscheint, über welchen der Handgriff hinweggeht. In unserer Figur ist die Wendung der Treppe zunächst ihrem Antritte angebracht; es kommt aber auch der Fall vor, daß man sie nahe dem Austritt anbringen muß. Alsdann müßte man einen Treppenpfosten von bedeutender Höhe anbringen, und dieser würde den Raum unter der Treppe sehr beschränken. Um in diesem Fall der genannten Unbequemlichkeit auszuweichen, ohne zur Anlage einer „freitragenden Treppe" genötigt zu sein, kann man den Treppenpfosten unter den Wangen abschneiden und ihn oberhalb an das Gebälk des zu ersteigenden Stockwerkes befestigen.

Die Treppenwangen werden mit doppelten Zapfen in die Pfosten verzapft, wie solches Fig. 12, Tafel 81, zeigt.

Treppen mit eingesetzten Stufen werden ihrer leichteren Herstellung wegen mehr angewendet, als solche mit aufgesattelten. Beispiele letzterer Art sind auf den Tafeln 83 und 84 dargestellt. Letzteres Beispiel werden wir bei den freitragenden Treppen besprechen.

Der Grundriß Fig. 1, Tafel 83, hat Ähnlichkeit mit dem Fig. 4, Tafel 81, und bezeichnet eine Podesttreppe mit zwei geraden Armen, wie sie häufig ausgeführt werden.

Außer dem Grund- und Aufriß resp. Durchschnitt Fig. 1 bis 2, Tafel 83, ist in Fig. 691 ein Durchschnitt c d durch das Podest Fig. 1, Tafel 83, dargestellt, während Fig. 692 in doppelter Größe drei verschiedene Durchschnitte der Fig. 1 bis 2, Tafel 83, zeigt, wodurch diese Treppenkonstruktion erklärt sein dürfte. Die Treppenwangen und Podestriegel haben gleiche Form und Stärke und sind unten mit einer Zierleiste versehen. In die drei Felder des Podestes ist eine gestemmte Zwischendecke eingesetzt, während der Podestboden parkettiert gedacht ist.

§ 3.

Freitragende Treppen.

Das Prinzip der freitragenden hölzernen Treppen ist dasselbe, wie bei den steinernen, und wir verweisen daher auf das im ersten Bande dieses Werkes darüber Gesagte.

Hierher müssen wir die Treppenkonstruktion auf Tafel 84 rechnen, bei der der Stiegenpfosten unten nicht aufsitzt, sondern als Hängesäule schwebend erhalten wird durch gegenseitige Verspannung der Wangen und Trittstufen gegen den Antritt und die Treppenhauswand.

Die Treppe hat Ähnlichkeit mit der Anlage Fig. 1, Tafel 81; sie ist nicht so bequem wie eine Podesttreppe, wird aber nicht selten da angewendet, wo der knapp bemessene Raum die Herstellung einer Podesttreppe nicht gestattet.

Die Konstruktion besteht aus zwei parallelen, durch Wendelstufen verbundenen Treppenarmen. Die Stufen sind auf den geraden Wangen und auch auf den äußeren gewundenen aufgesattelt, in den Pfosten aber eingestemmt, wodurch ein Übergang zwischen den Treppen mit eingesetzten und aufgesattelten Stufen entsteht.

Liegen die inneren Treppenwangen sehr nahe aneinander, so können sich zwar die über die Wangen mit ihrem Profil ausladenden Trittstufen in der Horizontalprojektion berühren, aber das Treppengeländer muß weit genug auf den Trittstufen zurückgesetzt werden, damit sich beim Handgriff ein hinreichender Zwischenraum ergiebt, Fig. 3 und 4.

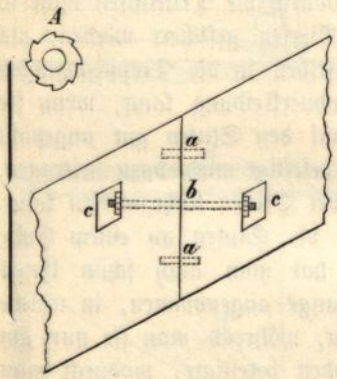
Die aufgesattelten Trittstufen werden an ihren Enden mit je zwei Holzschrauben mit versenkten Köpfen auf den Treppenwangen befestigt, wodurch die Trittstufen nicht so fest gefaßt und gegen das Werfen gesichert werden, als dies bei dem Einsetzen derselben in die Treppenwangen der Fall ist. Nur die Wandverkleidung kann, wenn sie von hinlänglicher Stärke auf den Stufen gut angepaßt und an der Mauer gehörig befestigt wird, dazu beitragen, daß sich das hintere Ende der Stufen nicht werfen kann. Da nun bei Wendeltreppen die Stufen an einem Ende oft sehr breit werden, so hat man auch schon längs der Mauer eine Treppenwange angenommen, in welche die Stufen eingesetzt wurden, während man sie nur am schmalen Ende mit Schrauben befestigte, wodurch man eine Treppe mit aufgesattelten Trittstufen zugleich erhält.

Die am häufigsten vorkommenden Treppen dieser Konstruktion sind die von gerade gebrochener Grundform mit Eckpodesten. Der Krümmling wird bei hölzernen Treppen gewöhnlich etwas größer genommen als bei steinernen, so daß etwa vier Trittstufenkanten, das Podest mitgerechnet, auf denselben treffen, Fig. 1, Tafel 82. Die Vorderkanten dieser Trittstufen sind so geschweift, daß sie den in der Horizontalprojektion einen Quadranten beschreibenden Krümmling normal treffen. Der Mittelpunkt o dieses Quadranten liegt gewöhnlich so, daß er durch ein paar rechtwinkelige Koordinaten bestimmt wird, die auf der Mitte der Breite der zweiten Trittstufe, vom Podest an gerechnet, errichtet werden, so daß der Krümmling in Fig. 1, Tafel 82, von 0 bis 8 reicht. Sollen nun auf diesen Umfang vier Stufenkanten treffen, so teilt man die Peripherie von 0 bis 8 in acht gleiche Teile und läßt die Stufen in

die Punkte 1, 3, 5 und 7 laufen. Hierdurch werden die Auftritte a 1 und 7 b etwas kleiner als die des geraden Treppenteiles und etwas größer als die der Stufen 9, 10 und 11, so daß ein Übergang vermittelt wird, der der Wange ein besseres Ansehen gewährt, als wenn der gewöhnliche Auftritt plötzlich in den viel kleineren der geschweiften Stufen überspränge.

Bei hölzernen Treppen pflegt man die Fugen zwischen den geraden Wangen und dem Krümmling nicht senkrecht auf die Richtung der ersteren zu stellen, sondern lotrecht zu richten, so daß sie für den cylinderförmigen Krümmling mit dessen Mantellinien zusammenfallen. Die Verbindung des Krümmlings mit der geraden Wange geschieht durch Versatzung und einen Doppelzapfen, ganz ähnlich wie dies Fig. 12, Tafel 81, zeigt. Außerdem zieht man aber gewöhnlich noch einen eisernen Schraubenbolzen durch beide Wangenteile, dessen versenkter Kopf in eine auf der Unterfläche der Wange eingelassene eiserne Schiene greift, und dessen Schraubenmutter in die Oberfläche der Wange ganz eingelassen und mit Langholz verspundet wird. Fig. 4 und 5, Tafel 82, zeigen diese Verbindung.

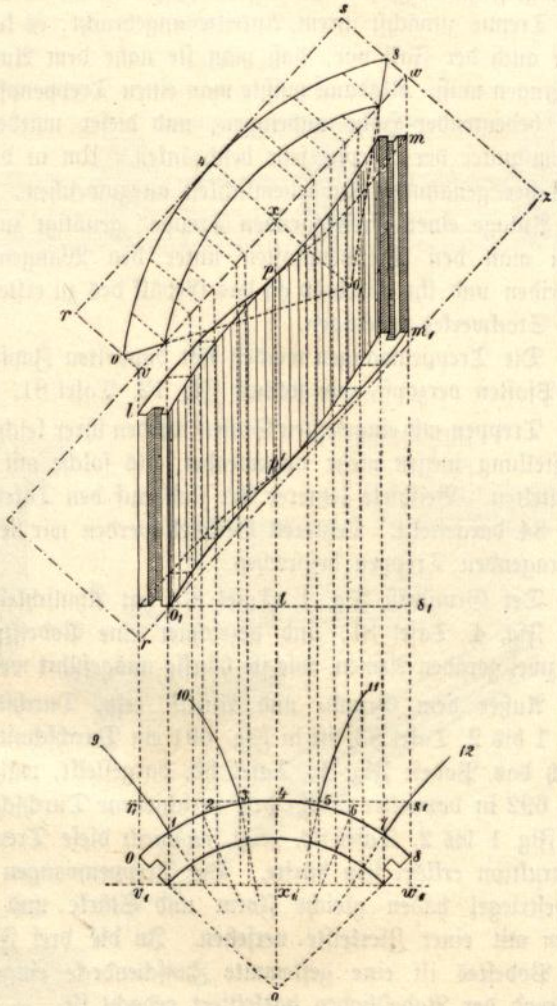
Fig. 693.



Eine andere Verbindung ist folgende: Statt durch Zapfen und Versatzung werden die beiden Wangenstücke nach Fig. 693 bei a a durch zwei Dollen miteinander verbunden, und rechtwinkelig zur Fuge wird ein Schrauben-Bolzen b durchgezogen. Dieser erhält keinen Kopf, sondern an jedem Ende eine Schraubenspindel, und die beiden runden Muttern werden nach Fig. A (in größerem Maßstabe), einem Sperrrade ähnlich, mit zahnartigen Einschnitten an ihrem Umfang versehen. Hinlänglich groß ausgestemmte Öffnungen c in den Wangen erlauben ein vorläufiges Aufschrauben der Muttern unmittelbar mit den Fingern, und sobald sie etwas angezogen haben, können die Muttern wegen ihrer zahnartigen Peripherie, unter Anwendung eines Stemmeisens und Hammers, äußerst fest angezogen werden. Ist dieses geschehen, so werden die Löcher c mit Langholz zugespundet, weshalb sie schon anfänglich parallel zu den Holzfasern eingestemmt werden.

Die Auffindung der Gestalt des Krümmlings a b und der zur Darstellung desselben nötigen Schablonen ist in Fig. 694 und 695 in größerem Maßstabe gezeichnet, und zwar im Grund- und Aufriß mit der Konstruktion der Schablone. Zunächst findet die Abwickelung oder „Verstreckung“ des Krümmlings und der angrenzenden Wangenteile nach Fig. 695 statt, wobei 0 bis 8, Fig. 694, von 0_1 bis 8_1, Fig. 695, verstreckt wird. Trägt man nun auf beliebiger Linie x y die Steigungen der Stufen von 8 bis 12 auf, so können die Einsätze der Tritt- und Futterstufen in den Krümmling gezeichnet werden. Die Begrenzung des Krümmlings c d c′ d′ wird gefunden durch Abtragung der bekannten Abstände von Ober- und Unterkante der

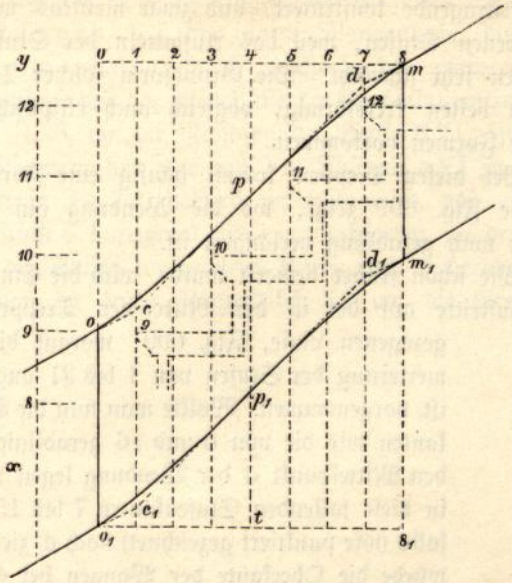
Fig. 694.



Trittstufen bis zur Wange. Wie nun die an den vier Punkten c c_1 und d d_1 durch Verlängerung der angrenzenden Wangen entstandenen Knicke ausgeglichen werden, ist, um Wiederholung zu vermeiden, in Fig. 700 erklärt, wodurch der vollständig verstreckte Krümmling o o_1 m_1 m erhalten wird, dessen gebrochen gerade Begrenzung mit punktierten Linien angedeutet ist, während mit ausgezogenen die Abrundungen der entstandenen Ecken bezeichnet sind.

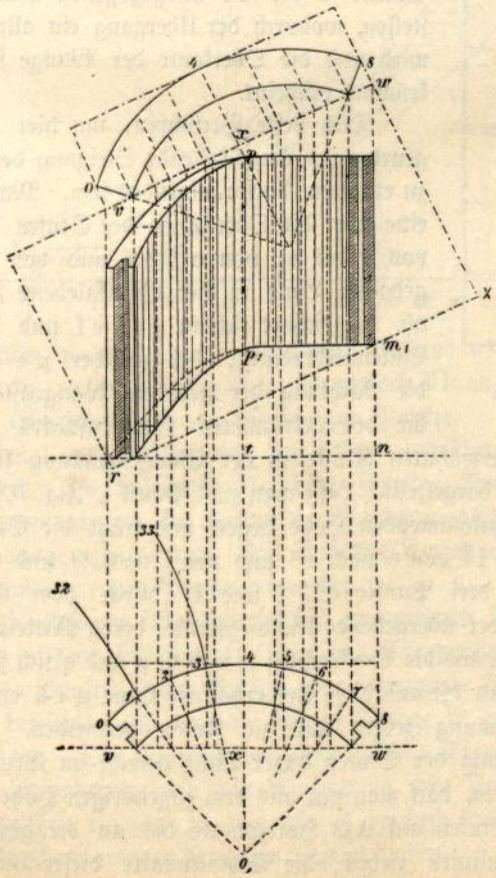
Nachdem die Abwickelung des gekrümmten Wangenstückes in Fig. 695 dargestellt ist, ergeben sich dessen Form und Abmessungen durch einfache Projektion, Fig. 694,

Fig. 695.



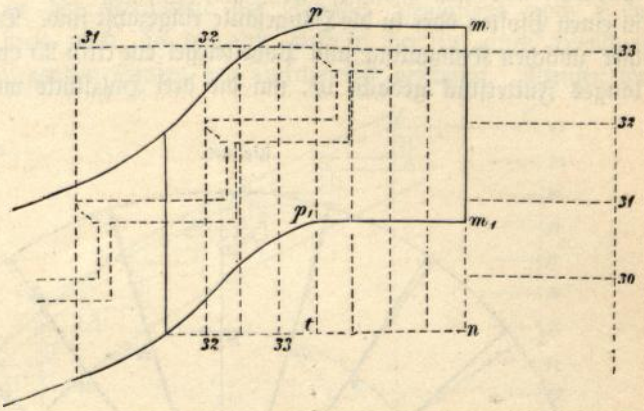
und zwar aus dem Grundriß r′ s′ v′ w′ die Breite 4 x′ des zur Herstellung des Krümmlings erforderlichen Holzstückes, während sich seine Länge aus dem Aufriß, und zwar aus Fig. r s v w finden läßt. Verfolgt man die entsprechenden Buchstaben und Zahlen des Grund- und Aufrisses, so wird die Darstellung des Krümmlings klar werden. — Außerdem verweisen wir auf derartige Konstruktionen des ersten Bandes.

Fig. 696.



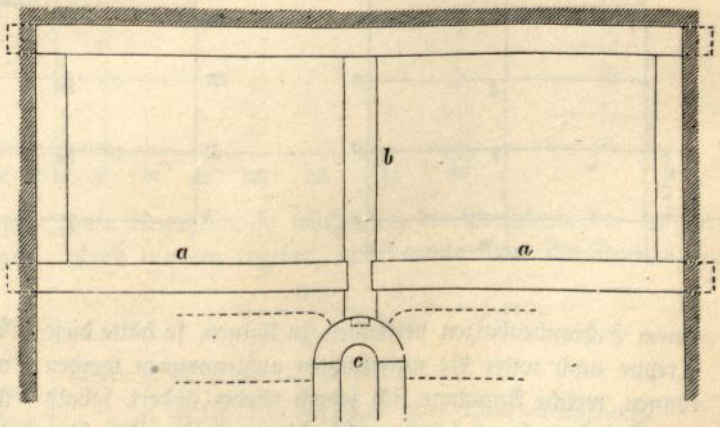
In Fig. 696 und 697 ist in gleicher Weise ein Krümmling dargestellt, wie er beim Austritt der Treppe vorkommt,

Fig. 697.



wenn die Wange in horizontaler Richtung weiter geht, wie bei A, Fig. 1, Tafel 82, oder wie man ihn beim Antritt der Treppe des oberen Stockwerkes, bei A′, in umgekehrter Lage anwenden kann. Die Verstreckung Fig. 697, Grund- und Aufriß nebst Herstellung der Schablone Fig. 696, wird nach dem vorhin Gesagten deutlich sein.

Fig. 698.

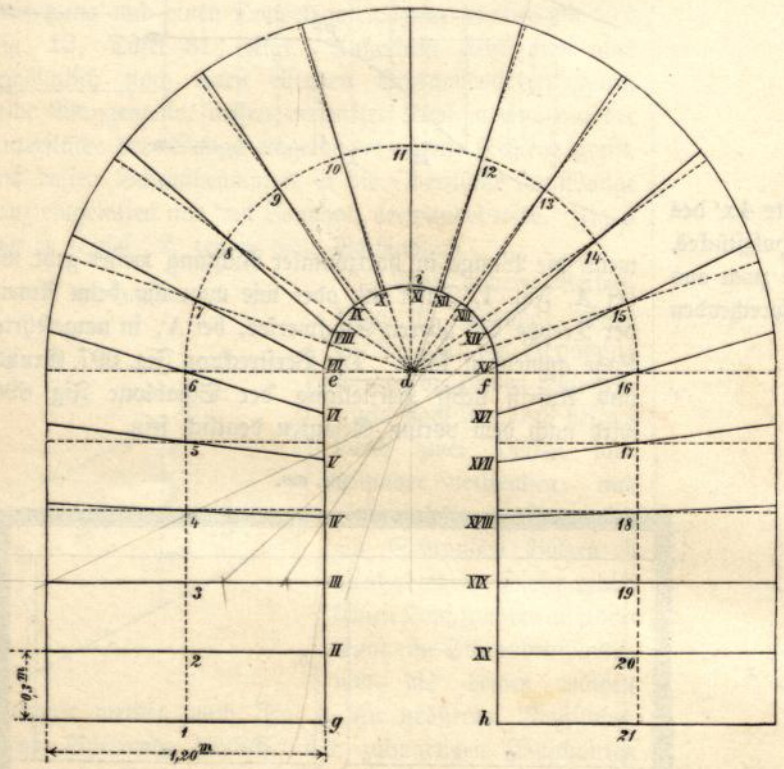


Die Konstruktion des Podestes selbst ist ganz so, wie wir sie bei der mit Eckpfosten konstruierten Treppe beschrieben haben, Fig. 689, nur mit dem Unterschied, daß der Diagonalriegel nicht in einen Pfosten, sondern in den Krümmling mit Versatzung verzapft wird. Die Querriegel müssen ebenfalls wieder so gelegt werden, daß an dem einen die geschweifte Setzstufe des Podestes befestigt werden kann und der andere so liegt, daß die Schalung der Treppe ihre Befestigung an ihm findet.

Da Podesttreppen mit eingesetzten oder gestemmten Trittstufen unstreitig unter den hölzernen Treppen am meisten Verwendung finden, so haben wir auf Tafel 80 eine solche im Grundriß und drei Durchschnitten dargestellt. Die Treppenanlage hat Ähnlichkeit mit der auf Tafel 81, Fig. 4, gezeichneten, von der sie sich hauptsächlich nur dadurch unterscheidet, daß sich die Wangen bei den Podesten an einen Krümmling einlassen, während sie dort in einen Pfosten oder in die Hängesäule eingezapft sind. Da hier zwischen Krümmling und Podestriegel ein circa 25 cm langes Futterstück gedacht ist, um die drei Holzstücke mit einem Schraubenbolzen verbinden zu können, so hätte diese Treppe auch unter die unterstützten aufgenommen werden können, welche Annahme sich jedoch wieder ändert, sobald das Podest, wie es häufig geschieht, nach Fig. 698 konstruirt ist, wobei der vordere Podestriegel a a nicht in einem Stück durchgeht, sondern sich in zwei Teilen in den Riegel b einsetzt, der seinerseits ein Auflager in dem Krümmling c findet.

Die Pfosten zum Anschlagen der Kellerthüre sind aus Fig. 1 und 4, Tafel 80, zu ersehen. Der steinerne Antritt ist mit Angabe der Einsätze für die Wangen- und Futterstufe besonders gezeichnet. Alles Übrige dürfte aus den Zeichnungen deutlich werden.

Fig. 699.



Die gewundenen hölzernen Treppen werden immer als freitragende konstruiert, und zwar meistens mit eingeschobenen Stufen, weil das Aufsatteln der Stufen die Wangen sehr schwächt. Die Grundform solcher Treppen ist am besten kreisförmig, obgleich auch elliptische und andere Formen vorkommen.

Bei diesen Treppen kommt häufig eine Form vor wie sie Fig. 699 zeigt, wo die Wendung auf beiden Seiten noch geradlinig verlängert ist.

Wie schon früher bemerkt wurde, wird die Einteilung der Auftritte auf der in der Mitte der Treppenbreite gezogenen Linie, Fig. 699, worauf die Numerierung der Stufen von 1 bis 21 angegeben ist, vorgenommen. Wollte man nun die Stufenkanten wie die von 6 und 16 geradlinig durch den Mittelpunkt d der Wendung legen und die in diese fallenden Stufenkanten 7 bis 15 ebenfalls (wie punktiert gezeichnet) nach d ziehen, so würde die Oberkante der Wangen bei e und f einen Knick bekommen, indem die Steigung von g bis e und von f bis h eine flachere wäre, als von e bis f. Man zieht daher die Stufen der Wendung nicht nach dem Mittelpunkte d, sondern so, wie es die durch die Punkte 4 bis 18 ausgezogenen Linien darstellen, wodurch der Übergang ein allmählicher wird und die Oberkante der Wange stetig gekrümmt erscheint.

Das beste Verfahren, um hier eine angenehm ins Auge fallende Steigung der Wange zu erhalten, dürfte folgendes sein. Man wickele eine über die Oberkanten der Stufen Fig. 699 von g bis e, von e bis f und von f bis h gedachte Linie in der Vertikalebene Fig. 700 ab, so zeichnet sich in g e, e f und f h diese Linienverbindung, bei welcher g e und f h die Richtung der geraden Wangenstücke, e f die des gekrümmten Wangenstückes angeben. Die erwähnten Knicke in der Wangenrichtung sind in e und f dargestellt. Läßt man nun Punkt i, Fig. 700, in der ihm zukommenden Höhe liegen und trägt die Entfernung e i = i f von e nach e^1 und von f nach f^1 und verbindet diese drei Punkte e^1, i und f^1 durch zwei stetig ineinander übergehende Kreissegmente, deren Mittelpunkte da liegen, wo die Senkrechten m und n, p und q sich schneiden, so wird die auf diese Art erhaltene Linie g i h eine stetige Krümmung zeigen und die Knicke vermeiden. Um die Richtung der Stufen dieser Linie gemäß im Grundriß zu erhalten, darf man nur aus dem zugehörigen Höhenpunkten der Stufen auf A C Horizontale bis an die gezeichneten Bogenlinien ziehen, die Schnittpunkte dieser Linien auf

die Horizontale A B projizieren und von hier aus in den Grundriß Fig. 699 übertragen, um in dieser Figur, auf der Linie g i h, d. i. die innere Wangenlinie, diejenigen Punkte zu erhalten, durch welche in den entsprechenden Teilpunkten auf der Mittellinie die Stufenkanten zu ziehen sind. Z. B. um die Richtung der Stufe 6 VI, Fig. 699, zu bestimmen, hat man nur den Abstand e VI zu suchen, welcher in Fig. 700 dadurch gefunden wird, daß man auf A C Punkt 6 horizontal bis zur punktierten, an der Oberkante der Stufen konstruierten Kurve nach b^1 herüberbringt und von da einen Perpendikel VI auf die Grundlinie A B fällt, wodurch der zu suchende Abstand e^1 VI gefunden ist, welcher in Fig. 699 von e nach VI abgetragen wird. Ebenso findet man die übrigen Punkte.

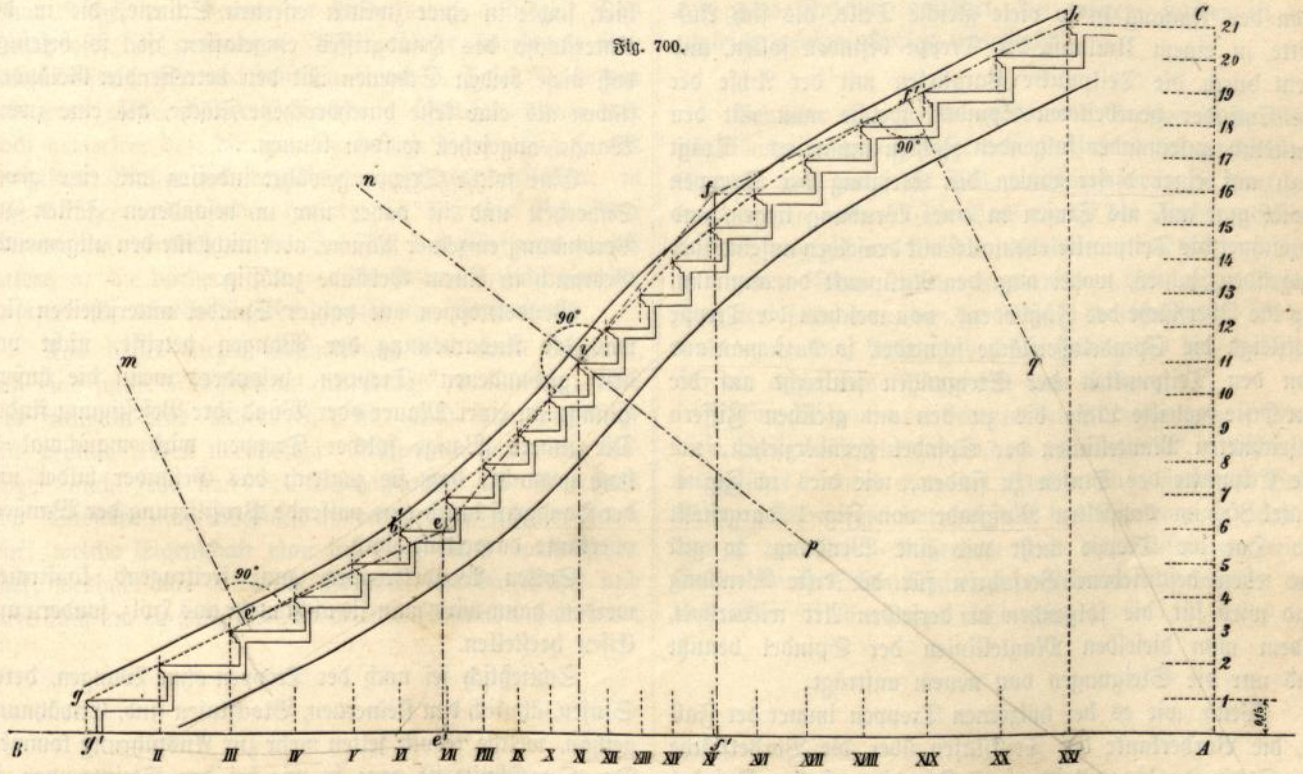
Trägt man endlich von den Ober- und Unterkanten der Stufen die bekannten Abstände für die Breite der Treppenwangen ab, so können die Begrenzungslinien derselben ausgezogen werden. Ein ähnliches Verfahren haben wir schon im ersten Bande angegeben.

Die äußeren Wangen solcher gewundenen Treppen werden an den Umfassungswänden des Treppenhauses an einzelnen Punkten durch Bolzen oder sogenannte Treppenhaken befestigt, und nur die innere Wange ist eigentlich freitragend. Die Konstruktion einer solchen Treppe zeigt nichts Besonderes, und die Auffindung der Form der Wangenstücke ist ganz so, wie wir es bei dem Krümmling der gebrochen geraden Treppen gezeigt haben.

Die eigentlichen Wendeltreppen unterscheiden sich in solche mit hohler und mit voller Spindel. Bei den letzteren kann die äußere Wange unterstützt (wenn auch nur an einzelnen Punkten durch Pfosten u. s. w.) oder freitragend sein; die Spindel aber muß an ihren beiden Enden natürlich immer eine solide Befestigung erhalten.

Eine solche volle Spindel sollte immer einen so großen Durchmesser erhalten, daß der Auftritt jeder Stufe an der Peripherie der Spindel wenigstens noch 6 cm breit wird, so daß die Anzahl der in einer Wendung liegenden Stufen den Durchmesser bestimmt. Nennen wir

Fig. 700.



diese Anzahl n, so würde sich die Peripherie der Spindel gleich 6 n cm ergeben, und daraus wäre ihr Durchmesser

$$d = \frac{6\,n}{\pi} = \frac{6}{3{,}14}\,n = 1{,}94\,n.$$

Wäre z. B. $n = 12$, so hätten wir

$$d = 12 \,.\, 1{,}94 = 23{,}28 \text{ oder rund} = 23{,}9 \text{ cm}.$$

Hat eine solche Treppe mehr als einen Umlauf bis zum Austritt, so muß die Anzahl n der Auftritte in einem Umlaufe, multipliziert mit der Größe der Steigung s, eine Höhe h von nahezu 2,40 m geben, damit man, ohne anzustoßen, unter den Stufen hinweggehen kann. Ist daher der Durchmesser des in der Mitte der Treppenbreite gedachten Kreises, auf welchem gewöhnlich die Einleitung der Stufen vorgenommen wird, $= D$ gegeben, so muß $D\pi = n\,a$ sein, wenn a die Größe des Auftrittes bezeichnet,

d. h. $a = \frac{D\pi}{n}$, wobei $n = \frac{h}{s}$ ist; und es fragt sich dann, ob a noch eine solche Größe hat, daß die Treppe nicht zu unbequem wird. Ist a gegeben, so findet sich

$$D = \frac{n \cdot a}{\pi}.$$

Die äußere Wange einer solchen, in Fig. 1 bis 3, Tafel 85, dargestellten Treppe zeigt durchaus nichts Besonderes in ihrer Konstruktion; und um an der vollen Spindel die Nuten für die einzuschiebenden Stufen darzustellen, verfährt man auf folgende Weise. Zuerst teilt man den Umfang in so viele gleiche Teile, als sich Auftritte in einem Umlaufe der Treppe befinden sollen, und zieht durch die Teilpunkte Parallelen mit der Achse der als Cylinder bearbeiteten Spindel, welche man mit den natürlich aufeinander folgenden Zahlen numeriert. Trägt man auf einer dieser Linien die Steigung der Treppen soviel mal auf, als Stufen in einer Wendung liegen, und bezeichnet die Teilpunkte ebenfalls mit denselben aufeinander folgenden Zahlen, wobei man den Nullpunkt da annimmt, wo die Oberfläche des Fußbodens, von welchem die Treppe aufsteigt, die Spindeloberfläche schneidet, so darf man nur von den Teilpunkten der Steigungen senkrecht auf die durch sie geteilte Linie bis zu den mit gleichen Ziffern bezeichneten Mantellinien der Spindel herüberziehen, um die Eckpunkte der Stufen zu finden, wie dies in Fig. 4, Tafel 85, im doppelten Maßstabe von Fig. 1 dargestellt ist. Hat die Treppe mehr wie eine Wendung, so gilt das eben beschriebene Verfahren für die erste Wendung und wird für die folgenden in derselben Art wiederholt, indem man dieselben Mantellinien der Spindel benutzt und nur die Steigungen von neuem aufträgt.

Wenn, wie es bei hölzernen Treppen immer der Fall ist, die Vorderkante der Trittstufen über die Vorderfläche der Setzstufen hinaustritt, so gelten die auf der Spindel gezogenen Mantellinien für die Vorderfläche der letzteren, und der Vorsprung der Trittstufen muß für jede Stufe besonders abgesteckt werden, wie solches in der Figur zu sehen ist.

Die Spindel wird unten in den Fußboden und oben in einen Balken oder Wechsel eingezapft.

Liegt die äußere Wange überall an einer Wand an, so wird an letzterer gewöhnlich nur ein Handgriff mit eisernen Haken so befestigt, daß 6 bis 9 cm Spielraum zwischen der Wand und dem Handgriffe bleiben. Bei dergleichen Treppen, die in ganz dunkeln Räumen liegen, pflegt man auch wohl an der Spindel ein Seil zu befestigen, welches dann als Handgriff benutzt wird. Soll die äußere Wange sich frei tragen, oder wird sie nur an einzelnen Punkten durch freistehende Pfosten u. s. w. unterstützt, so ist es nötig, diese Wange an einzelnen Punkten (etwa da, wo die Pfosten u. s. w. stehen) durch Anker von Rundeisen, die unter den Trittstufen liegen, mit der Spindel zu verbinden.

Liegt die äußere Wange ganz frei, so sind solche Anker um so notwendiger, und es ist außerdem ratsam, in die Unterfläche der Wange eine fortlaufende, starke eiserne Schiene einzulassen und mit Holzschrauben gut zu befestigen; und ist die Treppe breit, so benutzt man auch das Geländer mit zum Tragen, indem man alle oder doch mehrere der Geländerstäbe von Eisen macht, sie ganz durch die Wange bis in die erwähnte Eisenschiene reichen läßt und hier, sowie in einer zweiten eisernen Schiene, die in der Unterfläche des Handgriffes eingelassen ist, so befestigt, daß diese beiden Schienen mit den betreffenden Geländerstäben als eine feste durchbrochene Fläche, als eine zweite Wange, angesehen werden können.

Eine solche Treppe gewährt indessen nie eine große Sicherheit und ist daher nur in besonderen Fällen zur Verbindung einzelner Räume, aber nicht für den allgemeinen Gebrauch in einem Gebäude zulässig.

Wendeltreppen mit hohler Spindel unterscheiden sich, was die Ausarbeitung der Wangen betrifft, nicht von den „gewundenen“ Treppen, besonders wenn die äußere Wange an einer Mauer oder Wand ihre Befestigung findet. Die innere Wange solcher Treppen wird manchmal so hoch gemacht, daß sie zugleich das Geländer bildet und der Handgriff durch eine passende Profilierung der Wangenoberkante dargestellt wird.

Sollen Wendeltreppen ganz freitragend konstruiert werden, dann wird man sie nicht mehr aus Holz, sondern aus Eisen herstellen.

Schließlich sei noch der Treppen ohne Wangen, deren Stufen, ähnlich den steinernen, Blockstufen sind, Erwähnung gethan, welche jedoch selten mehr zur Ausführung kommen. Der Querschnitt ist ganz so wie bei den Steintreppen, so daß jede obere Stufe auf und gegen die untere sich stützt, und nur die unterste oder der Antritt der Treppe einer unverrückbar festen Lage bedarf, um die ganze Treppe zu tragen, wenn eine Drehung der Stufen um eine horizontale Achse nicht eintreten kann. Um dies zu verhindern, werden auch hier die Stufen mit ihrem äußeren Ende in die Umfassungsmauer des Treppenhauses eingelegt und befestigt. Außerdem werden aber die inneren Enden noch mittels eiserner Schraubenbolzen verbunden, deren Köpfe und Muttern in die Stoßfugenflächen der Stufen eingelassen werden. Diese Bolzen reichen immer durch zwei Stufen, so daß jede der letzteren zweimal durchbohrt werden muß, wie dies in Fig. 5, A bis C, Tafel 85, dargestellt ist.

Diese Treppen sind natürlich immer freitragende, und gewöhnlich sind sie gebrochen gerade mit Eckpodesten. Diese letzteren werden auf die Art konstruiert, wie dies in Fig. 6,

Tafel 85, dargestellt ist. Hierbei fehlt der diagonal gestellte Podestriegel, so daß die oberste Stufe des zum Podest aufsteigenden Treppenarmes und ein Querriegel unter der untersten Stufe des von ihm aufsteigenden Armes die Hauptkonstruktionshölzer des Podestes bilden. Sie sind auf Gehrung zusammengeschnitten und durch Zapfen und Versatzung miteinander verbunden; außerdem aber noch durch einen Schraubenbolzen, der senkrecht auf die Gehrungsfuge gerichtet ist. Mit den äußeren Enden sind diese Hölzer ebenfalls in den Mauern des Treppenhauses befestigt, und zunächst an diesen Mauern tragen sie ein Paar Riegel, auf denen der Podestbelag aufliegt. Das Querprofil der genannten Hölzer, sowie überhaupt ihre ganze Gestalt, geht aus den Fig. 6 und 7, Tafel 85, hervor und wird weiter keiner Erläuterung bedürfen, wenn wir noch bemerken, daß die Fig. 7a und b die in Fig. 6 mit denselben Buchstaben bezeichneten Hölzer darstellen, in Fig. 7 aber auseinander gerückt, so daß die Art ihrer Verbindung deutlich wird. In Fig. 7 stellt ferner a, die untere, $a_{,,}$ die vordere, und $a_{,,,}$ die hintere Ansicht von der in a in der oberen Ansicht gezeichneten Stufe dar.

Aus dieser kurzen Beschreibung wird man erkennen, daß eine solche Konstruktion allerdings ausführbar, aber sehr mühsam und daher teuer ist, auch sehr sorgfältige und genaue Arbeit voraussetzt. Außerdem hängt das Gelingen auch sehr von der Beschaffenheit des Materials ab. Dasselbe muß möglichst unveränderlich in seiner Form sein, welche Eigenschaft man bei Holz kaum voraussetzen darf, weshalb nur eine feste Holzart, wie die Eiche, und diese auch nur in ganz ausgetrocknetem Zustande, verwendet werden darf. Gut wird es außerdem doch immer sein, an der in einer Ebene liegenden Unterfläche der Stufen, nahe an ihrer inneren Kante, eine starke eiserne Schiene, so lang wie der ganze Treppenarm, einzulassen und mit Holzschrauben zu befestigen, weil, wenn auch nur eine der Stufen schwinden oder zusammentrocknen sollte, man den betreffenden Bolzen, der sie mit ihrer Nachbarin verbindet, nicht wohl „nachziehen“ kann, wenn die Treppe einmal aufgestellt ist.

Die ganze Konstruktion ist nicht zu empfehlen, um so weniger, da eine Treppe mit aufgesattelten Stufen ebenfalls ein gutes Ansehen gewährt, bei weitem solider ist und zugleich weniger Kosten verursacht.

Gewährt eine gerade gebrochene Treppe dieser Konstruktionsweise wenig Sicherheit, so ist dies bei gewundenen Treppen noch mehr der Fall, besonders wenn sie ganz freitragend sein sollen. Die Verbindung der Stufen geschieht auf die angegebene Weise, und die untere Schiene wird an beiden Stufenenden angebracht. Bei ganz kleinen Treppen läßt man die die Stufen verbindenden Bolzen wohl ganz fort, benutzt aber die Handgriffe der Geländer auf die angegebene Weise mit zum Tragen.

Eine Treppe von bedeutenden Abmessungen, und auf diese Weise konstruiert, ist in dem „Königsbau“ in München ausgeführt, wobei man die Stufen aus einzelnen Holzstücken zusammengeleimt hat, um das Werfen und Schwinden zu verhüten. Außerdem sind die Stufen an beiden Enden durch Schraubenbolzen miteinander verbunden und das Eisen ist überhaupt nicht gespart.

Zwölftes Kapitel.

Die Verbretterungen.

§ 1.

Die Fußboden.

Die Anforderungen, die man im allgemeinen an einen Holzfußboden stellt, sind, abgesehen von dem größeren oder geringeren Grade von Schönheit: Ebenheit, Dichtigkeit, besonders gegen das Durchdringen von Staub, und Festigkeit, daß er sich nicht biegt und nicht knarrt.

Zur Erfüllung der ersten Bedingung müssen die Balkenlagen genau verlegt werden, so daß ihre oberen Flächen möglichst in einer wagrechten Ebene liegen. Da dies nicht vollkommen durch die Balken selbst zu erreichen ist, so werden die tiefer liegenden Stellen durch Aufnageln von Leisten aufgerippt, aufgefüttert, und die zu hoch liegenden durch Holzwegnahme mit dem Dexel auf die Bodenebene gebracht, abgedexelt.

Im Erdgeschoß fehlen in der Regel die Balkenanlagen, in welchem Fall dann besondere Bodenhölzer, Ripphölzer, Bodenrippen oder Bodenlager in das Füllmaterial eingebettet, und selbstredend in genauer und wagrechter Lage verlegt werden. Sie sind $^{10}/_{10}$, $^{10}/_{12}$ oder $^{12}/_{12}$ cm stark, werden aus Eichenholz oder kernigem Nadelholz gefertigt, und im Anschluß an das Mauerwerk durch Eintreiben von Keilen verspannt, oder durch Klammern, Schrauben u. s. w.— siehe Seite 16 — mit dem eisernen Gebälk oder Gewölbe verbunden, um sie in ihrer Lage zu sichern.

Wichtig ist, daß das Füllmaterial, sowohl im Erdgeschoß wie in den Balkenfachen, durchaus trocken und nicht mit vegetabilischen Stoffen vermengt ist, die zur Entstehung von Schwamm oder Fäulnis Veranlassung geben können. Es wird daher als Füllmaterial reiner trockener Sand verwendet, der bis zur Oberkante der Rippen oder der Balken reicht, damit der Boden in seiner ganzen Ausdehnung fest und satt aufliegt, und sich nirgends Hohlräume finden, andernfalls der Boden beim Begehen hohl klingt.

Die Dichtigkeit des Bodens wird erreicht durch die Art der Verbindung der einzelnen Dielen, in welcher Beziehung wir zu unterscheiden haben: gefugte, gefalzte, gespundete und gefederte Boden — siehe Seite 22 und 23 — wobei eventuell noch zwischen geleimten und ungeleimten Fußboden zu unterscheiden ist, je nachdem die Bretter vor dem Verlegen zu sogenannten Tafeln (gewöhnlich aus zwei oder drei Brettern bestehend) zusammengeleimt werden oder nicht.

Die gefugten Fußboden haben den Nachteil, daß sich die einzelnen Bretter gegenseitig nicht unterstützen, und daß je nach der Trockenheit des Holzes und der Breite der Dielen mehr oder weniger große offene Fugen entstehen, die den Staub durchlassen, der sich aus der Unterfüllung entwickelt. Wenn diesem Übelstande, nachdem die Boden völlig ausgetrocknet sind, teilweise wenigstens durch Ausspänen abgeholfen werden kann, indem dünne lange Holzstreifen, sogenannte „Späne", mit Leim bestrichen, in die gereinigten Fugen eingetrieben und dann bündig mit dem Boden abgehobelt werden, so wird ein solcher „geflickter" Boden doch nur geringen Anforderungen entsprechen können. Infolge der unausbleiblichen Bewegungen werden die Späne zudem sich vielfach lösen, und ihren Zweck nur zum Teil erfüllen, so daß häufige Ausbesserungen unausbleiblich sind.

Die gefalzten oder halbgespundeten Boden gewähren zwar etwas mehr Dichtigkeit als die gefugten, jedoch nicht mehr Steifigkeit als diese, weshalb sie sehr selten ausgeführt werden.

Die gespundeten Fußboden dagegen gewähren große Dichtigkeit gegen das Durchdringen des Staubes und geben einen steifen Fußboden, da die Bretter auf ihre ganze Länge ineinander greifen und sich gegenseitig stützen.

Mit den gespundeten Fußboden stehen die gefederten gleich; sie sind ebenso dicht und ebenso unbiegsam, besonders bei Verwendung von Hirnholzfedern — siehe Seite 13 —

die den Langholzfedern stets vorzuziehen sind. Gegenüber den gespundeten Brettern haben die gefederten den Vorzug, daß sie ihre ganze Breite behalten, da für die Nuten keine Breite verloren geht.

Was die Breite der Dielen betrifft, so hatte man bis in die Neuzeit das Bestreben, den Boden aus möglichst wenig Stücken zusammenzusetzen, um wenige Fugen zu erhalten, und zu diesem Zweck wurden die Bretter zu Tafeln zusammengeleimt. Bei diesem Zusammenleimen wurden die Bretter „verschossen", d. h. das Wipfelende des einen mit dem Stammende des anderen zusammengeleimt. Wenn damit der Boden nun auch weniger Fugen erhält, so ist damit nichts gewonnen, denn diese wenigen Fugen zwischen den breiten Tafeln werden sich nun um so weiter öffnen, weil das Schwinden der Bretter mit ihrer Breite in geradem Verhältnis steht. Heute ist man von diesen Tafelboden nicht nur abgekommen, sondern man trennt sogar die Dielen in zwei Teile, in 10 bis 15 cm breite Riemen, die auf Nut und Feder verbunden oder gespundet werden, und erhält so den Riemenboden, bei dem im ungünstigsten Fall nur ganz enge Fugen entstehen können, die zudem nicht offen, sondern durch die Federung oder Spundung geschlossen sind.

Was die Festigkeit des Bodens betrifft, so ist diese abhängig von einer guten Lagerung, dichten Unterfüllung und insbesondere von der richtigen Holzstärke. Diese ist abhängig von der Weite der Balkenlage, und man nimmt für die gewöhnlichen Belastungen an:

25 mm	Stärke	bis	zu	einer	lichten	Balkenweite	von	0,60 m
30 mm	„	„	„	„	„	„	„	0,80 m
35 mm	„	„	„	„	„	„	„	1,00 m
50 mm	„	„	„	„	„	„	„	1,50 m
60 mm	„	„	„	„	„	„	„	2,00 m

Die Lage der Bretter wird mitunter nach der Art ihrer Abnutzung bestimmt, wie dies z. B. bei breiten Korridoren der Fall ist, wo man sie besser der Länge nach legt, als nach der Breite, damit, wenn die mittleren Bretter, auf denen gewöhnlich gegangen wird, ausgetreten sind, nur diese und nicht alle Bodenbretter zu erneuern sind. Jedes Brett muß mit der Kernseite nach unten zu liegen kommen. Bei Fußboden, die einer starken Abnutzung unterworfen sind, wie in Werkstätten und Maschinenräumen, pflegt man vielfach starke Dielen zu verwenden, um nicht so bald eine Erneuerung vornehmen zu müssen. Starke Dielen werden nun allerdings nicht so bald durchgetreten, aber dieser Grad der Abnutzung ist auch nicht notwendig, um den Fußboden unbrauchbar zu machen, sondern es reicht hierzu gewöhnlich schon ein tieferes Austreten der Dielen hin. Es ist deshalb vorteilhafter, den Fußboden aus zwei Lagen schwächerer Bretter mit verwechselten Fugen herzustellen, weil man dann nur den oberen Beleg zu erneuern hat, während der untere Beleg, der nicht gehobelt wird, unberührt liegen bleibt. Eine solche Anordnung empfiehlt sich insbesondere, wenn die Balkenfache leer bleiben und die Decke nur durch den auf den Balken liegenden Fußboden geschlossen wird, wie in Magazinen und dergleichen Gebäuden, da hierdurch die Decke dichter wird als bei einem einfachen Boden.

Besondere Vorsicht ist geboten, wenn Räume, die nicht unterkellert sind, Holzfußboden erhalten sollen, da diese durch die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit leicht der Zerstörung durch Fäulnis und Schwamm ausgesetzt sind. In solchen Fällen wird der Boden entweder in eine isolierende Asphaltschicht auf Cementbeton verlegt (Asphaltparkett), oder es wird unter dem Boden ein entsprechend hoher, gut ventilierbarer Hohlraum geschaffen, und die Bodenlager wie ein Gebälk behandelt, oder der Boden als „deutscher Fußboden" verlegt. Diese Vorsichtsmaßregeln sind ganz besonders erforderlich bei Parkettboden, da durch dessen dicht schließende Fugen keine Luftcirkulation stattfindet und etwaige Bodenfeuchtigkeit nicht entweichen kann. Bei den Hartholzboden (Riemen- und Parkettboden) mit ihren dicht schließenden Fugen ist beim Legen besonders darauf zu achten, daß der Boden nirgends an die Umfassungsmauern anstößt, vielmehr muß ein kleiner Zwischenraum bleiben, der eine Ausdehnung des Bodenbeleges bei etwaiger Feuchtigkeitsaufnahme gestattet.

Als Material für die Boden kommen in Betracht:

Weißtanne und Rottanne, in neuerer Zeit auch Pitch pine und Yellow pine, die aber nur geringe Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung besitzen; ihre Widerstandsfähigkeit wird erhöht bei Verwendung von Dielen mit senkrecht stehenden Jahresringen, Fig. 16, die jeweils aber besonders geschnitten werden müssen, wodurch sich der Preis nicht unwesentlich erhöht. Weitergehenden Ansprüchen genügen aber auch diese Boden nicht. Pitch pine hat trotz seines Harzgehaltes den Nachteil, daß es von allen Fußbodenhölzern dem Schwinden und dem Quellen am meisten unterworfen ist.

Kiefernholz ist den vorgenannten Materialien vorzuziehen, hat aber den Nachteil, daß es weniger rein und gleichfarbig ist, sich also mehr für untergeordnete Räume, wie einfache Wohnungen, Fabrikräume und dergl. empfiehlt.

Buchenholz ist gegen Abnutzung das widerstandsfähigste aller für Fußboden in Betracht kommenden Hölzer, ist aber sehr dem Quellen unterworfen, und kann deshalb nur Verwendung finden, wenn der Bau vollkommen trocken ist (siehe jedoch unter g, deutscher Fußboden). Das Buchenholz wird vor seiner Verwendung einem besonderen Imprägnierungs- oder Dämpfungsverfahren unterworfen und

in der Form von gewöhnlichen Schrägriemen oder als „deutscher Fußboden“ verlegt.

Eichenholz, in Form von Riemen und Tafeln, ist das beste Bodenholz, da seine Güte von keinem anderen Holz erreicht wird.

Bezüglich der Konservierung der Boden ist folgendes zu bemerken:

Weichholzboden werden nach dem Verlegen mit dem Verputzhobel sauber verputzt und am besten sofort mit gekochtem Leinöl getränkt, wodurch verhindert wird, daß Feuchtigkeit aufgenommen wird oder Schmutz in die Poren eindringt. Der Boden wird hierauf mit einem Ölfarben- oder Lackanstrich versehen, oder nochmals geölt, eventuell unter Zusatz von etwas gebrannter Terra di Siena, und dann geölt belassen. Ein so behandelter Boden nimmt den Schmutz nicht an und kann durch Abwischen mit einem nassen Tuche leicht gereinigt werden, ohne daß der Boden Wasser auffaugt und längere Zeit feucht bleibt, so daß das unangenehme und für die Boden schädliche Scheuern wegfällt.

Hartholzboden werden in Laden- und Büreauräumen, Schulsälen und dergl. ebenfalls nur zweimal geölt, oder, wie in besseren Räumen, gewachst und gewichst. Zu diesem Zwecke wird der Boden mit einer Mischung von Wachs und Terpentin mit einer Bürste oder einem wollenen Lappen satt eingerieben, und diese Arbeit nach einigen Stunden wiederholt. Nach dem Trocknen, was etwa 12 bis 24 Stunden erfordert, wird der Boden mit einer großen rauhen, auf der Rückseite mit einem Blei- und Eisenstück beschwerten Bürste, einem sogenannten Bleistrupfer, so lange nach der Faserrichtung gebürstet, bis der Boden schönen Glanz zeigt.

In Bezug auf die Konstruktion unterscheidet man:

a) Blindboden.

Er dient als Unterlage für Kapuziner-, Parkett- und Friesboden, besteht aus etwa 15 bis 22 cm breiten, 2,4 cm starken ordinären ungehobelten Brettern, und wird des Quellens wegen mit 3 bis 5 mm breiten Fugen verlegt.

b) Rauher Dielenboden.

Dieser besteht aus ordinären 20 bis 25 cm breiten, 2,4 cm starken Brettern, die in der Regel stumpf gestoßen, seltener gefalzt werden; die einzelnen Bretter werden beim Legen fest aneinander getrieben — siehe Fig. 701 — und je mit drei Nägeln auf jedem Balken befestigt.

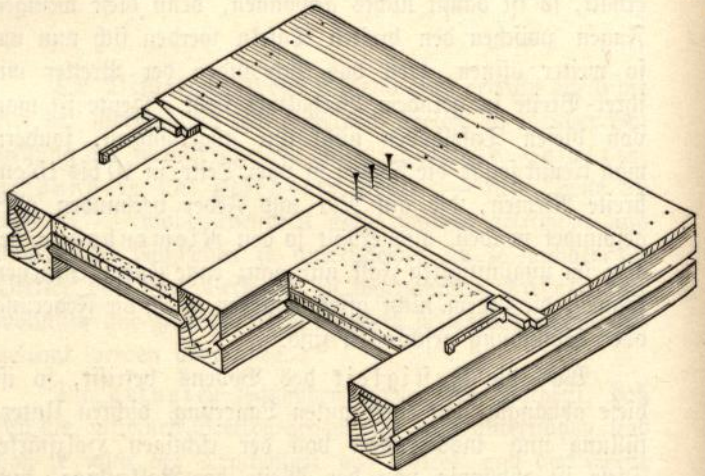
c) Gehobelter Dielenboden.

Dieser unterscheidet sich vom rauhen Dielenboden nur dadurch, daß die Bretter gehobelt werden.

Bei dem Legen und Befestigen der Fußbodenbretter kommt es hauptsächlich darauf an, daß Bretter von gleicher Stärke verwendet und möglichst fest aneinander getrieben werden, um die Fugen so dicht als möglich zu erhalten.

Zu diesem Zweck wird jedes Brett, bevor es festgenagelt wird, scharf gegen das bereits festgenagelte gepreßt, indem man auf die Unterlager einige Klammerhaken einschlägt und zwischen diese und das Brett ein Paar Holzkeile bringt, durch deren festes Antreiben man die gewünschte Dichtung bewirkt. Während diese Keile noch festsitzen, wird dann das Brett genagelt und dann erst die Keile und die Klammerhaken gelöst, um bei dem folgenden Brette aufs neue gebraucht zu werden, Fig. 701.

Fig. 701.



Bei dem Nageln selbst hat man darauf zu sehen, daß jedes Brett wenigstens mit zwei, besser mit drei Nägeln auf jedem Unterlager genagelt wird. Die Nägel sollen die dreifache Stärke der Bretter zur Länge haben und mit ihren länglichen Köpfen so gesetzt werden, daß letztere parallel mit den Holzfasern stehen, damit sie ganz eingetrieben werden können, so daß die Köpfe noch unter der Bretteroberfläche liegen. Daß die Nägel in geraden Linien eingeschlagen werden müssen, versteht sich von selbst. Aber jeder einzelne Nagel wird nicht ganz vertikal, sondern so eingetrieben, daß er durch sein Eindringen ebenfalls auf ein dichtes Aneinanderschließen der Bretter wirkt.

Die Nägel werden mit dem Versenker versenkt und die Löcher sauber verkittet.

d) Tafelfußboden.

Bei diesem Boden werden zwei Bretter zu einer Tafel zusammengeleimt und diese wie beim gehobelten Dielenboden verlegt. Die Richtung, in der die Tafeln verlegt werden, ist in der Regel durch das Gebälke bestimmt, andernfalls wählt man sie so, daß die Dielenlänge von 4,50 m mit dem geringsten Verschnitt verwendet werden kann.

Sind die Abmessungen etwas größer als die gewöhnliche Dielenlänge von 4,50 m, so werden die Tafeln entweder verschränkt gestoßen, wie beim Riemenboden, Fig. 706, oder es werden an beiden Enden der 4,50 m langen Tafeln je eine solche quer gelegt, was die Einziehung von Balkenwechseln in den Endfeldern erforderlich macht.

Wie schon vorstehend erwähnt wurde, geben die Tafelboden breite Fugen und werden heute nicht mehr ausgeführt.

e) Friesboden. (Eingefaßte Boden.)

Unter diesen versteht man einen Tafelfußboden, bei dem die Fläche durch sogenannte Friese in zwei oder mehrere Felder geteilt erscheint. Man kommt am einfachsten auf solche Boden, wenn der zu dielende Raum so groß ist, daß die Bretter mit ihrer Länge nach keiner der Abmessungen ausreichen und daher gestoßen werden müssen. Wollte man diesen Stoß ohne weiteres durch das Gegeneinanderlegen der Bretter bewirken, so würde die hierdurch gebildete Fuge, die die übrigen rechtwinkelig schneidet, übel aussehen. Man legt deshalb ein Brett zwischen die Stöße, das sich nun mit den übrigen Brettern rechtwinkelig kreuzt, und nennt solches einen Fries. Diesen macht man gern von anderfarbigem Holze, um ihn mehr auszuzeichnen, und wenn man mehrere Friese in sich kreuzenden Richtungen anordnet, so erscheinen die einzelnen Felder des Fußbodens als von diesen Friesen „eingefaßt", umsäumt; daher der Name. Das Interesse, das solche Felderteilung der eintönigen Fläche des Fußbodens gewährt, hat Veranlassung gegeben, diese Friese auch da anzuordnen, wo sie nicht durch die Notwendigkeit geboten sind, und man hat sie zuweilen so vermehrt, daß die einzelnen Felder nur noch 0,70 m Seite behalten, welche Boden dann gewissermaßen den Übergang zu den Parkettboden bilden.

Die Konstruktion dieser Boden ist von der Anzahl der Friese oder der Größe der Felder ziemlich unabhängig, da die Verbindung der Fußbodenbretter mit den Friesen und ihre Befestigung auf den Unterlagern immer dieselbe bleibt. Es wird daher genügen, nur auf letzteres hier näher einzugehen, um die Ausführungsweise kennen zu lernen.

Fig. 702, stelle einen Raum dar, der durch ein Kreuz von Friesen und eine Einfassung in vier Felder geteilt werden soll. Es müssen nun die Unterlager so gelegt werden, daß die Friese, die die Tafeln rechtwinkelig kreuzen, immer auf ein solches treffen, und zwar muß das Unterlager 6 bis 9 cm breiter als der Fries sein, damit die Enden der Fußbodenbretter oder Tafeln auf den 3 bis 4 cm breiten Vorsprüngen noch ein Auflager finden und genagelt werden können. Da man aber mitunter die Friese bis zu 25 cm breit macht, so würde dies 31 bis 33 cm breite Unterlager erfordern, weshalb man in einem solchen Fall lieber zwei schmale Unterlager mit einem Zwischenraume so unter den Fries legt, daß sie mit ihrer halben Breite vorragen. Die an den Hirnenden der Fußbodenbretter, zunächst an den Wänden, liegenden Unterlager

Fig. 702.

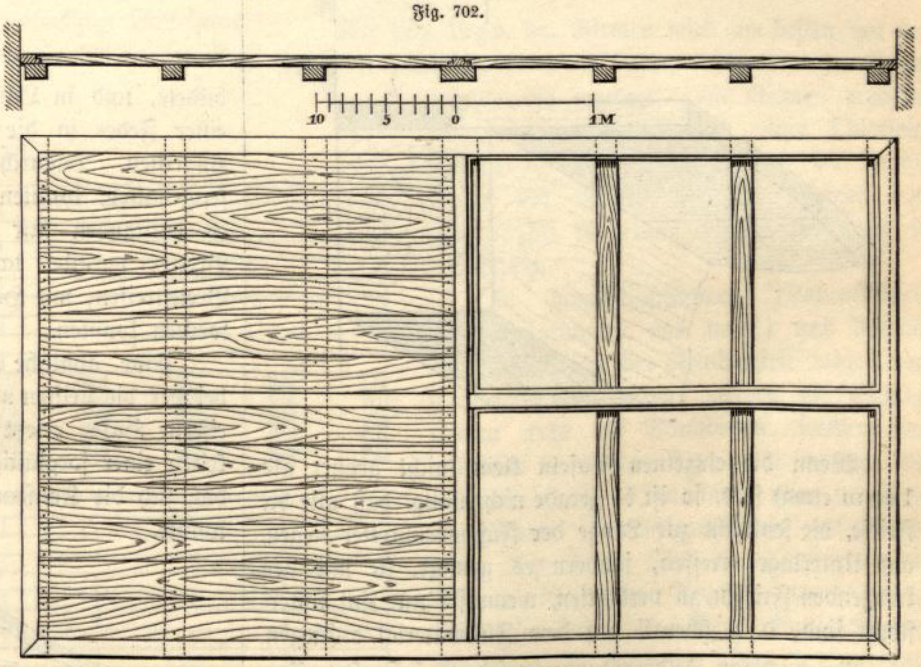
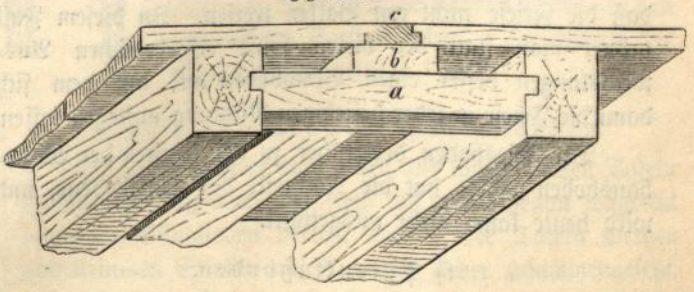


Fig. 702a.



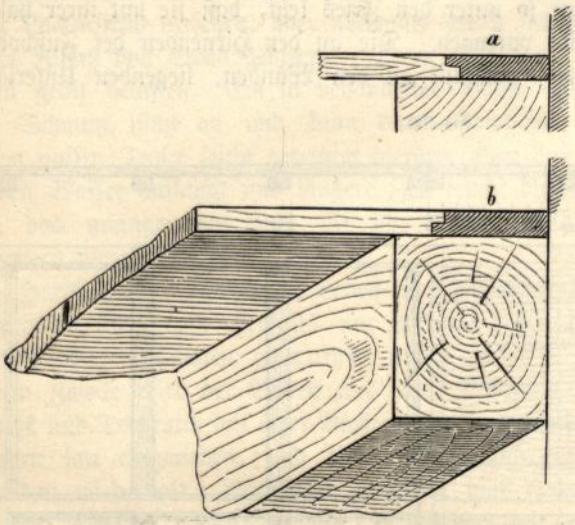
können von letzteren etwas abgerückt werden, um den nötigen Vorsprung vor den Friesen zu bilden. Wo sich die Friese in den Ecken des Zimmers treffen, werden sie auf Gehrung, sonst aber stumpf zusammengeschnitten, Fig. 702.

Fällt der Fries c zwischen zwei Balken, Fig. 702a, so werden in Entfernungen von etwa 1,20 m Wechsel a

eingezogen, auf die ein Schlaufdielen b zu liegen kommt, der den Fries aufnimmt. Der Schlaufdielen wird 9 bis 12 cm breiter als der Fries angenommen.

Die Friese sind mit den Fußbodenbrettern von gleicher Dicke und werden mit diesen zusammengefalzt. Sind die Bretter und Friese 4 cm stark, so kann man den Falz umgekehrt nach Fig. 703a, d. h. so machen, daß der Fries auf die Bretter greift und nicht diese auf jenen, was den Vorteil hat, die Hirnenden der Bretter niederzuhalten. Gewöhnlich wird jedoch die Falzung nach Fig. 703b ausgeführt.

Fig. 703.



Wenn die einzelnen Tafeln klein (nicht größer als 1,20 m etwa) sind, so ist es gerade nicht nötig, daß alle die Friese, die senkrecht zur Länge der Fußbodenbretter liegen, auf Unterlager treffen, sondern es genügt, sie mit den kreuzenden Friesen zu verblatten, wenn sie nur gut unterstopft sind, d. h. überall auf dem Füllmaterial aufliegen.

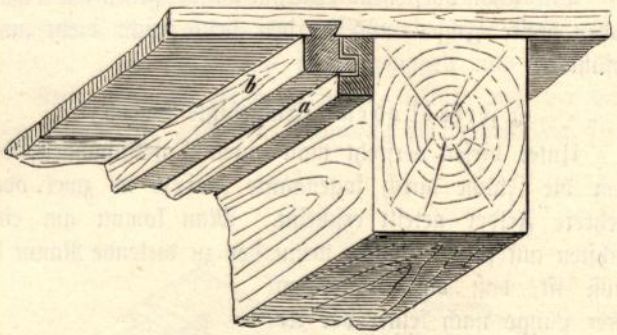
Bei reicheren Felderteilungen wird es sich oft treffen, daß die Friese nicht auf Balken treffen. In diesem Fall ordnet man statt der vielen sonst erforderlichen Auswechslungen besser einen Blindboden an, auf dem sich dann die Friese in jeder beliebigen Richtung auflegen lassen.

Der Friesboden, der früher zu den feinsten der Wohnhausboden zählte, hat die Nachteile des Tafelbodens, und wird heute kaum mehr ausgeführt.

f) Patentfußboden.

Die bisher besprochenen Boden haben den Nachteil, daß ein Öffnen der Fugen mehr oder weniger eintritt, was in Verbindung mit den stets wahrnehmbaren Nagellöchern dem Fußboden ein schlechtes Aussehen giebt. Von den vielen Versuchen, diesen Übelständen abzuhelfen, sei hier nur erwähnt der sogenannte „Patentfußboden", von Tischlermeister Badmeyer, Fig. 704, der seiner Zeit großes Aufsehen machte, wegen der Schwierigkeiten der Ausführung die Erwartungen aber nicht erfüllte, und heute nicht mehr ausgeführt wird. Die Bretter wurden zusammengeleimt, so daß der ganze Boden eine Tafel

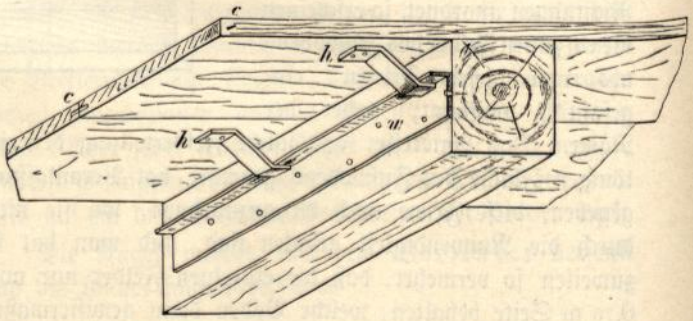
Fig. 704.



bildete, und in Leisten b eingeschoben, die ihrerseits mit einer Feder in die an die Balken genagelten Leisten a eingriffen. Dadurch wurden die Bretter ohne Nagelung festgehalten, konnten sich aber ungehindert bewegen, und es entstanden nur Fugen an den mit der Länge der Bretter parallel laufenden beiden Wänden, die durch Brettstreifen, mit Holzschrauben befestigt, leicht ausgefüllt werden konnten.

Eine ähnliche Konstruktionsweise zeigt Fig. 704a, [1]) bei der die Leisten a durch Winkeleisen, die Leisten b durch eiserne Haken ersetzt sind. Auch hier sind die Schwierigkeiten einer sorgfältigen und genauen Ausführung so groß, daß sich die Konstruktionsweise keinen Eingang verschaffen konnte.

Fig. 704a.



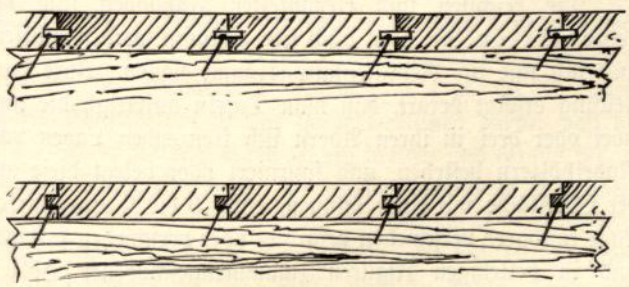
g) Riemenboden (in langen Riemen) Schiffboden.

Die Nachteile der Tafelboden haben in neuerer Zeit dazu geführt, nur schmale 10 bis 15 cm breite Riemen zu verwenden, die gespundet oder auf Nut und Feder verbunden, und in der Nut genagelt werden, Fig. 705.

1) Deutsche Bauzeitung 1883.

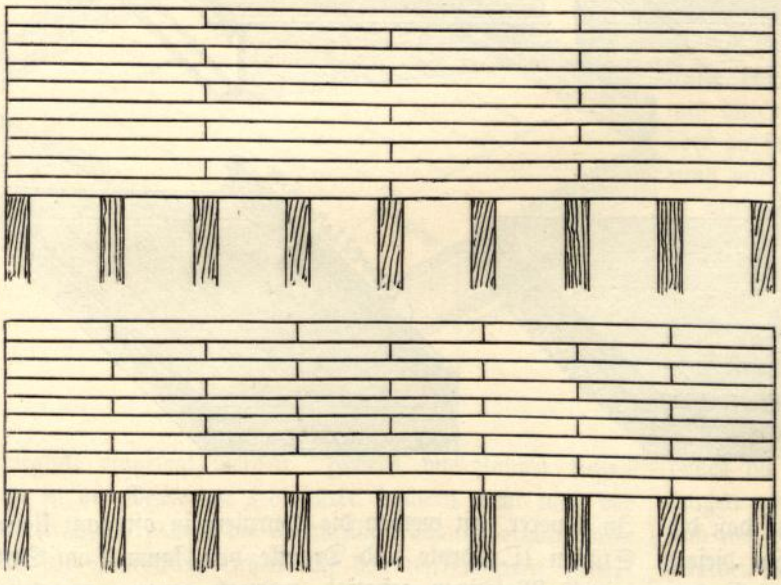
Das Verlegen erfolgt wie bei dem gehobelten Dielenboden, und die einzelnen Riemen müssen scharf angetrieben werden, um dicht schließende Fugen zu erhalten.

Fig. 705.



Hat der Raum größere Abmessungen, als die Riemenlänge beträgt, so werden die Riemen verschränkt gestoßen, Fig. 706, so daß sich eine regelmäßige Einteilung ergiebt, und die Stoßfugen nicht unangenehm in die Erscheinung treten.

Fig. 706.



Tannene und kieferne Riemen sind in der Regel 4,50 m, eichene 1,50 bis 2,50 m lang.

Der Name Schiffboden stammt von den Schiffen, zu deren Deckung er sich längst bewährt hat.

h) Kapuziner-, Fischgrat- oder Stabfußboden, auch Schrägriemenboden genannt.

Er besteht aus 30 bis 85 cm langen, 8 bis 12 cm breiten und 2,4 cm starken, auf Spundung oder Nut und Feder verbundenen Eichenholz- oder Buchenriemen, die auf Blindboden verlegt werden, und nicht parallel zu den Mauerfluchten, sondern unter 45° zu diesen laufen und verschränkt ineinander greifen, Tafel 86, Fig. 2. Die Riemen werden mit Maschinen genau in den gleichen Abmessungen hergestellt, und es gilt daher für das Legen als Hauptregel, daß die Arbeit mit größter Genauigkeit begonnen und von den Riemen kein Hobelstoß weggenommen wird, da die folgenden Riemen dann nicht mehr passen, so daß immer mehr nachgehobelt werden muß, bis schließlich der ganze Boden verhobelt, d. h. verdorben ist.

Fig. 707.

Mit dem Legen der Riemen wird am besten mit der mittleren Bahn begonnen, und daran anschließend der Raum bahnenweise zugelegt. Die Riemen erhalten auf je einer Lang- und einer Querseite Federn, — siehe Seite 13, — die in die Nuten der bereits verlegten Riemen eingreifen; die Nagelung erfolgt durchweg in den Nuten.

In Erdgeschoßräumen (Ladenlokalen, Wirtschaftsräumen und dergl.) und überall, wo Bodenhölzer der Feuchtigkeit wegen vermieden werden sollen, werden die Schrägriemen nicht auf Blindboden, sondern unmittelbar in heißen Asphalt verlegt, der auf eine 10 bis 13 cm starke, oben sorgfältig abgeglichene Cementbetonschicht aufgetragen wird, Fig. 707. Für die Haltbarkeit des Bodens ist bester Asphalt von größter Wichtigkeit, da sich bei Verwendung schlechten Materials die Riemen schon bei geringen Lasten in die Unterlage eindrücken und an den unbelasteten Stellen heben. Die Stärke der Asphaltschicht beträgt 1 cm.

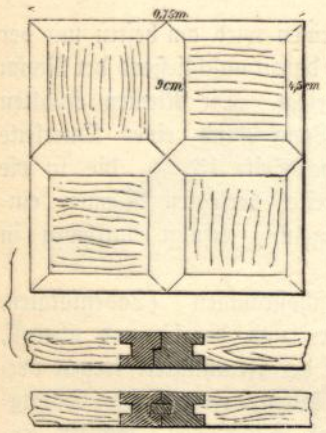
i) Tafelparkette oder Parkettboden.

Hierunter versteht man einen aus quadratischen Tafeln bestehenden Fußboden, der stets auf einen genau wagrecht verlegten Blindboden verlegt wird. Die Tafeln werden aus kleineren Stücken auf Nut und Feder zusammengesetzt, wodurch dem Boden eine mehr oder weniger reiche Zeichnung gegeben und das Arbeiten des Holzes unschädlich gemacht werden kann.

Eine ältere Anfertigung dieser Tafeln ist folgende. Es werden vier Rahmstücke von gleicher Länge, an den Enden auf Gehrung, zu einer quadraten Tafel von 0,75 m

Seitenlänge verbunden und durch ein Kreuz nochmal in vier kleinere quadrate Felder geteilt. Letztere werden dann mit Tafeln aus einer anders gefärbten Holzart gefüllt, die mit einer Feder ringsum in die genuteten Friese oder Rahmstücke eingreifen. Diese Tafeln fertigt der Schreiner ohne Nägel vorher in seiner Werkstatt an. Da bei dem Aneinanderlegen dieser Tafeln die einfassenden Friese zweier benachbarten, der Breite nach nur eins auszumachen scheinen, so müssen sie bei den einzelnen Tafeln genau halb so breit sein, als die mittleren, sich kreuzenden. Diese Tafeln stoßen entweder stumpf gegeneinander oder sie sind gefalzt, oder am besten durch eine eingeleimte Feder miteinander verbunden. Beide Verbindungsarten sind in Fig. 708 dargestellt.

Fig. 708.

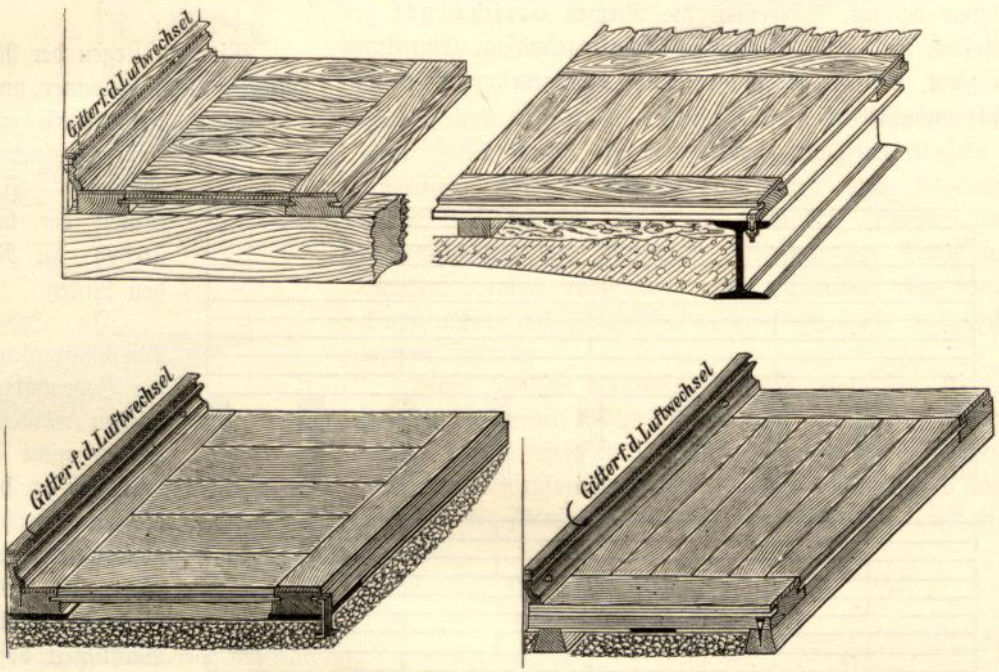


Die Befestigung auf den Blindboden erhielten diese Tafeln früher nur dadurch, daß man sie aufleimte; später pflegte man sie durch Nägel oder Holzschrauben zu befestigen, die in den Friesen so angebracht waren, daß die Köpfe unter der Oberfläche versenkt wurden. Zu diesem Zweck hat man eine viereckige Vertiefung an der betreffenden Stelle aus dem Fries ausgestemmt, den Nagel oder die Holzschraube, ersteren mittels eines sogenannten „Aufsetzers", eingetrieben und dann die Öffnung wieder zugespundet, indem man ein Holzstückchen gleicher Art, dessen Fasern mit den übrigen parallel laufen, einleimte. Diese Befestigungsweise, wodurch der Boden mehr oder weniger geflickt erscheint, hat man verlassen, und werden sämtliche Tafeln ringsum gefedert und an zwei Seiten der unterste Backen der Nuten auf den Blindboden genagelt, wodurch die Nagelköpfe von der Bodenoberfläche ganz verschwinden. Auf diese Weise werden immer zwei Seiten der Tafeln durch die Federn allein, die beiden anderen Seiten durch die Nägel gehalten. Die beiden ersteren grenzen an genagelte, die beiden letzteren an ungenagelte Seiten der anstoßenden Tafeln.

Muster von Parkettboden sind auf Tafel 86 abgebildet.

Die reichsten und elegantesten Fußboden sind die fournierten, die aber auch sehr geschont werden müssen, und sich nur für Repräsentationsräume eignen. Ihre Herstellung erfolgt derart, daß man Tafeln anfertigt, die aus zwei oder drei in ihren Adern sich kreuzenden Lagen von Nadelhölzern bestehen, und fourniert oder belegt diese auf der Oberfläche mit einer dünnen, etwa 3 bis 6 mm starken Lage kostbarer, verschieden gefärbter oder verschieden farbiger und in beliebigen Figuren zusammengeschobener Hölzer.

Fig. 709.



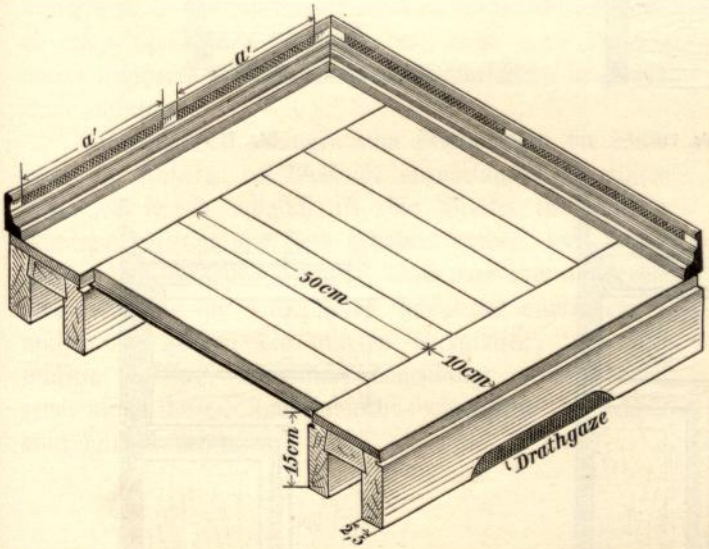
In neuerer Zeit werden die Fourniere in oft ganz kleinen Stücken (Quadrate und Dreiecke von kaum 3 cm Seite) mittels Maschinen gefertigt, wodurch genaue geometrische Figuren erzielt werden können, die nur zusammen zu passen und auf die Unterlage aufzuleimen sind.

Sicherer gegen das Verwerfen, aber auch teuerer konstruiert man, wenn man die zu fournierenden Tafeln, wie die früher beschriebenen, aus zusammengeschlitzten Rahmen und Füllungen, aber alles aus Nadelholz, bildet, diese unterhalb mit einem „Blindfournier" aus Eichen- oder Rüsternholz und oberhalb mit dem verzierten Fournier überzieht. Das Festnageln dieser Tafeln geschieht dann gewöhnlich, wie eben beschrieben, mit sogenannten Kreuznägeln, die in schräger Richtung in die Nuten der Tafeln vor dem Einleimen der Federn eingetrieben werden.

k) Deutscher Fußboden.

Unter dieser Bezeichnung hat sich der Hofzimmermeister O. Hetzer in Weimar eine Fußbodenkonstruktion patentieren lassen, die den Zweck verfolgt, dem lästigen Quellen der Fußboden bei feuchten Bauten, dem Entstehen von großen Fugen bei starker Austrocknung, der Schwammbildung bei mangelnder Lüftung u. s. w. zu begegnen. Diese Konstruktion besteht im wesentlichen darin, daß die etwa 2,5 cm starken, 6 bis 10 cm breiten und 60 bis 80 cm langen Stäbe (Riemen), die an den genuteten Langseiten mit Federn ineinander greifen, an den Hirnseiten mit kräftigen Zapfen in 4 bis 8 cm starke, 10 bis 12 cm breite gefalzte Lagerfriese, Fig. 709, oder in hohle, kastenartig zusammengefügte Lagerfriese, Fig. 709a, ohne Nagelung

Fig. 709a.

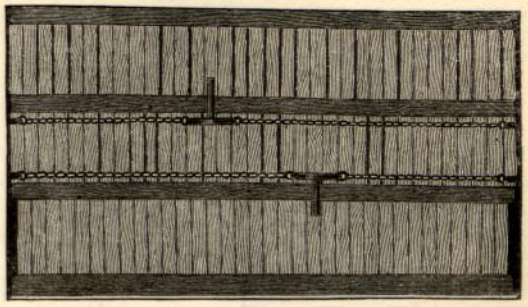


beweglich eingelegt werden. Federn wie Zapfen liegen nicht in der Mitte der Holzstärke, sondern mehr nach der unteren Seite, so daß die Ablauffläche dadurch erhöht wird. Nur die Lagerfriese ruhen auf der vorhandenen Unterlage, die aus Fußbodenlagern, Balken, eisernen Trägern, Cementbeton u. s. w. bestehen kann.

Die Stäbe lassen an den Wänden je einen circa 5 cm offenen Spielraum zur freien Bewegung des Holzes und zur Lufterneuerung unter dem Fußboden; dieser Luftraum wird durch eine gegliederte, hinten schräg zugeschnittene Wandleiste geschlossen, die eine durchgehende, schmale, senkrechte, bis zum Austrocknen des Baues mit feinmaschiger Kupfergaze verschließbare Öffnung an der Wandseite zur Verbindung der Zimmerluft mit dem Luftraum unter dem Fußboden erhält. Nach dem Austrocknen des Baues kann diese Öffnung durch eine genau passende Holzleiste geschlossen werden.

Da das Holz in der Faserrichtung nur sehr wenig oder fast gar nicht schwindet, so ist ein Entstehen von Fugen längs der Lagerfriese oder Kastenlager nicht zu befürchten, und einem Entstehen von Fugen zwischen den einzelnen Stäben kann durch eine Vorrichtung zum Zusammenpressen leicht gesteuert werden, Fig. 710.

Fig. 710.



Die Konstruktion eignet sich insbesondere für Ausführung in Rotbuchenholz, die sich vornehmlich bei vielen Posthausneubauten sehr gut bewährt haben soll. Wichtig dabei ist, daß nach einem eigenen Verfahren Hetzers die Proteinstoffe vor der Bearbeitung und Zurichtung des Holzes aus diesem entfernt werden, ohne die Holzfaser zu zerstören oder zu schädigen und ohne dem Holze durch Imprägnierung mit dunkeln beizenden Stoffen die schöne Naturfarbe zu rauben.[1])

§ 2.
Verschalungen oder Vertäferungen.

Darunter wird im allgemeinen die Bekleidung gewisser Flächen mit Brettern zu verschiedenen Zwecken verstanden. Schon im ersten Bande, wo von der Anfertigung des Deckenputzes die Rede war, lernten wir eine Art dieser Verschalungen mit rauhen unbearbeiteten Brettern kennen. Ferner sind auf den Tafeln 15 und 16 Deckenkonstruktionen abgebildet, die ebenfalls zu den Vertäferungen gehören, sowie die soeben besprochenen Fußboden auch Bretterverschalungen sind. Wir haben es daher hier nur noch mit solchen Verschalungen zu thun, die, in meist lotrechter Stellung, zur Bekleidung von Wandflächen dienen.

Man unterscheidet ordinäre oder glatte Vertäferungen, die aus nebeneinander befestigten Brettern bestehen, und eingefaßte oder „gestemmte" Vertäferungen, die aus Rahmstücken und Füllungen zusammengesetzt sind.

Bei den ersteren werden die Bretter entweder nur gefugt oder gemessert, gefalzt, gespundet oder gefedert, je

1) Deutsche Bauzeitung 1892 u. 1894 und Centralblatt der Bauverwaltung 1892.

nachdem man einen größeren oder geringeren Grad von Dichtigkeit verlangt. Das Fugen gewährt in dieser Beziehung gar keine Sicherheit und ist daher wenig üblich. Das Messern ist nur bei horizontalen Vertäferungen, bei denen man das Durchfallen feiner Körper, Sand u. s. w. vermeiden will, üblich, und dann sind die schrägen Fugen natürlich von der Außenfläche der Vertäferung abwärts gerichtet. Bei Schieferbekleidungen pflegt man zuweilen die einem Profil. Gespundete Vertäferungen wendet man selten an, weil sie starke Bretter verlangen.

Sehr oft fugt man die Schalbretter nur und bewirkt die größere Dichtung der Fugen dadurch, daß man 4 bis 6 cm breite Leisten, die ein zierliches Profil bekommen können, darüber nagelt. Hierbei ist nur zu bemerken, daß die Nägel zum Befestigen dieser Latten die erforderliche Länge haben müssen, um tief genug in die Bretter eingreifen

Fig. 711.

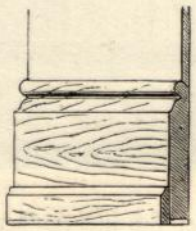


Fig. 712.

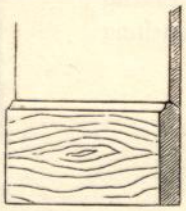


Fig. 713.

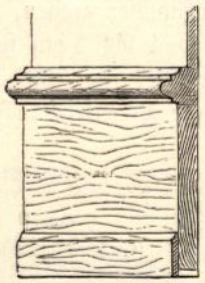


Fig. 714.

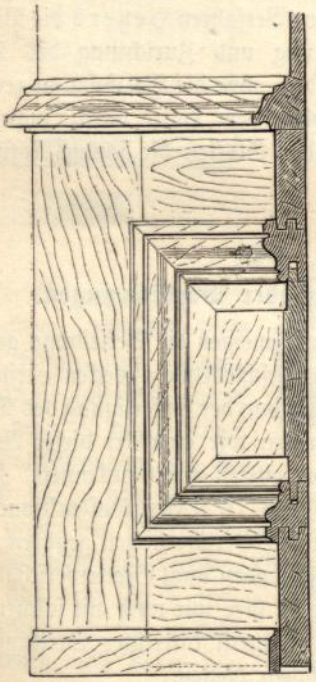


Fig. 715.

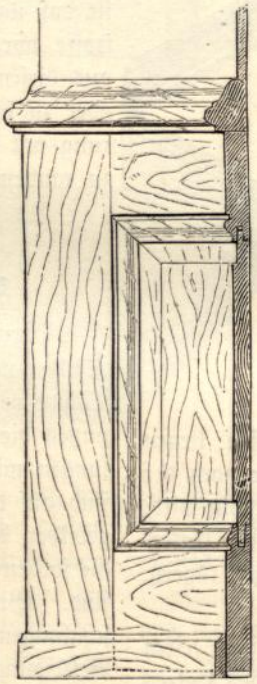
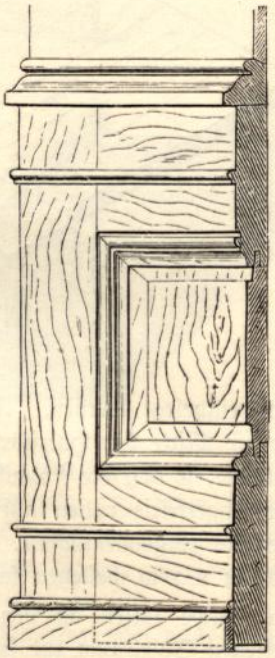


Fig. 716.



Bretterschalung in den Fugen ebenfalls zu messern, damit die Schiefernägel nirgends nur eine Fuge treffen können. Das Falzen gewährt in der Regel den hinlänglichen Grad von Dichtigkeit, indem diese Verbindung das Durchdringen des Staubes und auch das Hindurchsehen verhindert. Will man einer solchen Verschalung ein geregeltes Ansehen verschaffen, so macht man alle Bretter gleich breit und zeigt die Fuge oder versieht die Kanten der Bretter mit

zu können, und daß sie nur auf einer Seite der Latte angebracht werden dürfen, so daß alle auf derselben Seite der unter der Latte verborgenen Fuge sich befinden, weil sonst bei einem Schwinden oder Dehnen der Bretter die Latten auseinander gerissen werden können. Statt solche Latten anzuwenden, nagelt man auch wohl die „ungesäumten“ (noch mit der Wahnkante versehenen) Bretter mit weiten Zwischenräumen auseinander und über diese andere Bretter,

welche die ersten um 6 bis 9 cm übergreifen. Der Übergriff muß aber so groß sein, daß die Kanten der unteren Bretter durch das Nageln der oberen nicht abspalten. Solche Schalungen nennt man gestülpte, — siehe auch Seite 83 — und wenn man den äußeren Brettern ein zierliches Profil an den Kanten giebt, so läßt sich dadurch eine angemessene Verzierung hervorbringen.

Um Verschalungen oder Vertäferungen auf massiven Mauern zu befestigen, werden entweder mit Karbolineum gestrichene Mauerklötzchen oder Riegel mit eingemauert, oder es werden besser mit Karbolineum gestrichene Latten mit Steinschrauben auf das Mauerwerk befestigt, siehe Seite 71. Späteres Eingipsen von Dübeln ist nicht zu empfehlen, da diese häufig Veranlassung zur Schwammbildung geben.

Die Gelegenheit zum Festnageln der Bretter sollte wenigstens in Entfernungen von 1 m vorhanden sein, und es trägt zum guten Aussehen bei, wenn man die doch immer sichtbaren Nägel nach einem Schnurschlage in gerader Linie anbringt.

Sind die Verschalungen zum Schutz gegen die Witterung am Äußeren der Gebäude anzubringen, so müssen, wenn es irgend möglich ist, die Bretter in vertikaler Richtung befestigt und stets gehobelt werden, weil so das Wasser am leichtesten abläuft. Muß man aber aus irgend einem Grunde die Schalbretter horizontal anbringen, so müssen die oberen die unteren übergreifen, und diese müssen an ihrer Oberfläche abgeschrägt werden, damit jene nicht klaffen und dadurch Gelegenheit zu Schneeinwehungen geben.

Eine besondere Vertäferung bilden die sogenannten Fußlambris, die man an dem unteren Teile der Wände in den Räumen anbringt.

Die einfachste Lambris heißt „Fußleiste“, von 6 cm Höhe und 2 bis 4 cm Dicke; die Fußlambris hat halbe Dielenbreite = 12 bis 15 cm, Fig. 711 und 712, und wird entweder mit dem Putz bündig oder vor denselben ganz oder teilweise vortretend angebracht. Die Fußlambris Fig. 713 ist mit Sockelleiste und Deckleiste versehen und erhält gewöhnlich eine Höhe von 27 bis 30 cm. Die bisher erwähnten Lambris nennt man auch „glatte“ im Gegensatz zu den „gestemmten“, Fig. 714 bis 716. Die letzteren bestehen aus Rahmen oder Friesen und Füllungen, sind unten mit einer Sockelleiste und oben mit einer Deckleiste versehen; auch können Kehlstöße zwischen die Rahmen und Füllungen eingesetzt werden, Fig. 714, wenn man der Vertäferung mehr Relief geben will, oder wenn die Thüren mit solchen Kehlstößen versehen sein sollten. Solche Lambris erhalten durchschnittlich 0,45 bis 0,60 m Höhe oder sie greifen bis unter das Simsbrett der Fenster, in welchem Fall sie „Brustlambris“ genannt werden.

Schützen die Fußlambris schon gegen Kälte, so ist dies in noch höherem Grade der Fall, wenn man die Wände, namentlich Umfassungswände, vollständig mit Vertäferung versieht, wovon Tafel 87 in Fig. 1 bis 3 einige Beispiele, nebst den Profilen in Fig. 4 bis 8, zeigt. Die Konstruktion ist so übereinstimmend mit den im nächsten Kapitel zu besprechenden Thüren, daß wir, um Wiederholungen zu vermeiden, dorthin verweisen können.

Dreizehntes Kapitel.

Die Thüren, Fenster und Laden.

Die Öffnungen der Thüren und Fenster nebst ihren Einfassungen oder Umrahmungen sind im ersten Bande behandelt, während hier die Konstruktionen der Thüren und Fenster selbst zu erklären sind. Was die zur Bewegung und zum Verschluß derselben dienenden Beschläge betrifft, so müssen diese des Zusammenhanges wegen kurz zugleich hier abgehandelt werden.

A. Die Thüren.

§ 1.

Allgemeines.

Der Zweck jeder Thür ist, je nach Erfordernis den Schluß der Thüröffnung zu bewirken, oder ebenso leicht den Durchgang zu gestatten. Von den Anforderungen an die Sicherheit des Verschlusses hängt die Stärke der Thüren, mithin ihre Konstruktion ab; doch wird diese Sicherheit auch zum großen Teil durch die Beschlagteile bedingt. Je mehr Sicherheit eine Thür gewährt vermöge ihrer Stärke, um so mehr wird sie auch wieder an Gewicht zunehmen und dadurch die leichte Bewegung erschweren; es stehen somit die beiden wesentlichsten Anforderungen an eine Thür, nämlich solider Verschluß bei leichter Beweglichkeit, in umgekehrtem Verhältnis zu einander.

Die Größe der Thüren hängt von der Größe der Gegenstände, die durch dieselbe gelangen sollen, oder von ihrem Gebrauche hauptsächlich ab. Außerdem haben formale Anforderungen einen wesentlichen Einfluß auf die Größebestimmung und insbesondere auf das Verhältnis der Thüren. Die Art der Zusammensetzung bleibt sich in der Regel gleich, ob die Thür groß oder klein ist, und nur große Thore, durch die gefahren werden soll, können eine besondere Konstruktionsart bedingen, was wir an geeignetem Ort erwähnen werden.

Die Normalmaße der gewöhnlich vorkommenden Thüren, im Thürlicht gemessen, welche sich durch den Gebrauch als zweckmäßig ergeben haben, sind etwa: für eine einfache Zimmerthür 0,95 bis 1,10 m Breite auf 2,15 bis 2,35 m Höhe; für eine zweiflügelige Thür, „Salonthür, Doppelthür", 1,35 bis 1,5 m Breite und 2,50 bis 2,8 m Höhe. Bei 1,35 m Breite wird der gewöhnlich gebrauchte Flügel 0,90 m, der andere 0,45 m breit gemacht. Hingegen können die Flügel bei einem Thürlicht von 1,5 m Breite gleichbreit angeordnet werden.

Abtrittthüren werden 0,75 bis 0,85 m breit und 2,0 bis 2,20 m hoch gemacht. Äußere Thüren, Hausthüren, erhalten bei einfachen Wohnhäusern eine Breite von 1,05 bis 1,20 m bei einer Höhe von 2,50 bis 2,80 m; bei reicheren und bedeutenderen 1,5 bis 1,8 m Breite auf 2,7 bis 3,0 m Höhe. Die Höhe solcher Thüren wird in der Regel bedingt durch die Höhe der Fenster an den Fassaden, weshalb die Thüren ihrer leichten Beweglichkeit wegen und je nach der Stockhöhe mit oder ohne Oberlicht konstruiert werden.

Einfahrtsthore werden bei 2,60 bis 3,0 m Breite 3,6 bis 4,2 m hoch gemacht; Waschhausthüren 1,05 bis 1,2 m breit, 2,1 bis 2,4 m hoch; Thüren an gewöhnlichen Pferdeställen 1,2 m breit und 2,4 m hoch, während bei kleineren Viehställen Thüren von 0,90 bis 1,05 m Breite und 2,1 m Höhe genügen. Große Ställe erhalten häufig mehrere Ausgänge und mindestens zwei Thore zum Durchfahren.

Wir unterscheiden in Beziehung auf den Ort, wo die Thüren angebracht sind und wonach sich zum Teil ihre Konstruktion richtet, äußere und innere Thüren. Die ersteren machen ein Gebäude von außen zugänglich, während die letzteren die Zugänglichkeit der einzelnen Räume, sowie deren Verbindung unter sich herstellen.

In Beziehung auf Konstruktion kann man die Thüren, bei deren Zusammensetzung Leim angewendet wird, unterscheiden von denen, bei welchen dies nicht der Fall ist. Der Leim wird hauptsächlich nur für Thürkonstruktionen verwendet, die sich im Trockenen befinden. Äußere Thüren

werden so zu konstruieren sein, daß das Regenwasser an allen Stellen den gehörigen Ablauf findet und sich nirgends festsetzen kann; da sie ferner der Hitze, dem Regen u. s. w. ausgesetzt sind, so werden die Konstruktionen so einzurichten sein, daß das Holz ohne Nachteil schwinden und quellen kann. Insbesondere hat man aber dem „Werfen", „Verwerfen" des Holzes entgegen zu arbeiten, welche Bewegungen hervorgerufen werden durch die Verschiedenheit der Verhältnisse von Feuchtigkeit, Trockenheit, Wärme u. s. w., die auf die beiden Seiten der Thür verschiedene Einflüsse äußern, bezüglich der Vergrößerung oder Verkürzung des Holzes. Das Eichenholz zeigt weit mehr Neigung zum Werfen als die weichen Holzsorten.

Der leitende Gedanke bei der Konstruktion der Thüren wird wohl im allgemeinen der sein, ein festes Rahmwerk oder ein Gerippe zu bilden und dessen Felder mit losem Füllwerk auszulegen. Durch eine solche Konstruktion wird das Quellen und Schwinden des Holzes unschädlich gemacht und dem Werfen am besten entgegengewirkt unter der Bedingung, daß bei Verwendung starker Hölzer dieselben ein- bis zweimal durchgeschnitten und „verschränkt" verleimt und verschraubt werden, siehe Seite 10.

In formaler Beziehung steht die Bildung eines Rahmwerkes für die Thürkonstruktion obenan, indem dadurch mannigfache Formen und Figuren erzielt werden, die durch ein stärker oder schwächer gegliedertes Leistenwerk umschlossen und ausgezeichnet werden können; auch kann nach diesem Konstruktionsmotiv eine Thür mit dem geringsten Materialaufwand, somit auch mit dem geringst möglichen Gewicht hergestellt werden, wodurch auch die Stärke des Beschläges auf ein Mindestmaß gebracht werden kann.

In Beziehung auf Konstruktion können die Thüren eingeteilt werden in ordinäre, verdoppelte und eingefaßte oder gestemmte Thüren.

§ 2.

Ordinäre Thüren.

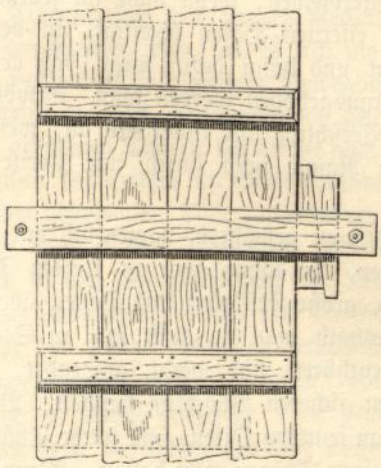
Hierher gehören die Thüren, die eine Art beweglicher Verbretterung bilden; die Bretter können gespundet oder verleimt sein.

„Gespundete Thüren mit aufgenagelten Quer- und Strebeleisten." Die Bretter, aus denen diese Thüren bestehen, werden in senkrechter Stellung gespundet und in Zwingen durch Keile gut zusammengetrieben, Fig. 717.

Während sie noch von den Zwingen zusammengehalten sind, werden etwa 30 cm von jedem Ende quer über die Bretter 7 bis 12 cm breite, wenigstens 3 cm starke Leisten, Querleisten (oft von Eichenholz, wenn auch die Bretter von Nadelholz sind), winkelrecht über die Brettfugen mit eisernen Nägeln aufgenagelt, deren Spitzen auf der entgegengesetzten Seite umgenietet werden, weshalb man flachgeschmiedete Nägel anwendet, Fig. 22, Tafel 88.

Sind die Thüren groß und schwer, so bringt man außer diesen horizontalen Querleisten noch eine sogenannte

Fig. 717.



Strebeleiste an, welche das „Versacken" der Thür verhindern soll, und daher auch immer so angebracht werden muß, daß ihr unteres Ende der befestigten Seite der Thür zunächst liegt, Fig. 1 u. 2, Tafel 88. Mit den Querleisten wird die Strebeleiste durch Versatzung und mit den Brettern durch eiserne umgenietete Nägel verbunden.

Wird die Thür zweiflügelig, so werden beide Flügel auf die eben beschriebene Weise angefertigt, nur kommt dann gewöhnlich bei großen Thoren noch eine horizontale Schlagleiste oder ein Thürschwengel hinzu, welche beide den Verschluß bewirken sollen. Die erstere, gewöhnlich so breit und stark als die übrigen Leisten, wird etwa in der halben Höhe der Thür, nach Fig. 7, Tafel 88, an dem einen Thürflügel festgenagelt und reicht bis an die Strebeleiste des anderen. Hier ist gewöhnlich eine Krampe angebracht, die durch eine Öffnung in der Schlagleiste hindurchreicht, und ein vorgesteckter Pflock oder ein Vorlegeschloß bewirkt den Verschluß. In unserer Konstruktion sind sämtliche Leisten auf derselben Seite der Thür angebracht, in manchen Fällen kann man aber die Schlagleiste auf der Bundseite anbringen, d. h. auf der, auf welcher die übrigen Leisten nicht sind; alsdann erhält sie die Breite der ganzen Thür zur Länge und wird dadurch wirksamer.

Der Thürschwengel ist ein 12 bis 15 cm im Quadrat starker Riegel, so lang als die Thür breit (vorausgesetzt, daß die Breite der Thür ihr Höhe nicht übertrifft, sonst kann er nur letztere Abmessung als Länge bekommen), und wird an einem der Flügel zunächst der Seite, die mit dem anderen Flügel zusammentrifft, in der Mitte seiner Länge, um eine horizontale Achse drehbar,

befestigt. In lotrechte Stellung gebracht, hindert er das Öffnen der Thür nicht, verschließt aber dieselbe, sobald man ihn horizontal legt und das eine Ende durch einen Überwurf (Schlempe) nebst Krampe und Vorstecker befestigt.

Die drehbare Befestigung des Thürschwengels kann auch ganz unterbleiben, wenn man an jedem Flügel der Thür einen eisernen Haken befestigt, in den man den Riegel einlegt und dann dafür sorgt, daß er nicht durch Unbefugte herausgehoben werden kann. Gewöhnlich bringt man diesen Verschluß nur innerhalb an, wenn man den verschlossenen Raum noch durch eine zweite Thür verlassen kann.

Diese Thüren gewähren, namentlich mit den Strebeleisten versehen, die daher auch an kleinen Thüren nicht fehlen sollten, große Festigkeit und Dauer, aber kein gutes Ansehen, weshalb man sie auch nur zu Stall-, Keller- und Scheunenthüren und dergl. anwendet, wo es sich nur um einen sicheren Verschluß handelt. Besonders im Freien, und an feuchten Orten, sind solche Thüren passend, weil hier geleimte Thüren nicht halten. Wenn die Thüren dem Regen ausgesetzt sind, sollte man sie immer hobeln, weil sie dauerhafter sind, als wenn sie rauh bleiben. Bei ganz im Freien befindlichen Thüren bringt man auch wohl oben auf ihnen eine abgefaste Latte an, die etwas breiter als die Thür dick ist, um das Hirnholz gegen das Eindringen des Regenwassers zu schützen.

Im allgemeinen sollen die Leisten dieser Thüren immer nach dem Inneren gerichtet sein, weil sich auf ihnen Regenwasser sammelt, in die Fuge zwischen Leiste und Thür eindringt und leicht Fäulnis verursacht.

Werden solche zweiflügelige Thüren sehr groß, so nennt man sie Thore oder Thorwege, und es wird dann oft in einem Flügel noch eine kleine Thür oder Pforte angebracht, um in gewöhnlichen Fällen sich dieser zum Durchgang bedienen zu können, ohne das schwere Thor öffnen zu müssen. Diese Pforte ist dann ebenfalls mit Quer- und Strebeleisten konstruiert.

Solche Thorwege erhalten statt der aufgenagelten Quer- und Strebeleisten ein „Gerippe“ aus kantigen Hölzern, deren Stärke sich nach der Größe und Schwere des Thorweges richtet. Dieses Thorgerippe oder Gerüst wird dann auf einer (der äußeren) Seite mit Brettern bekleidet, die entweder in lotrechter oder in diagonaler Richtung (parallel mit dem Strebebande) aufgenagelt werden. Die letztere Anordnung kostet etwas mehr Holz, gewährt aber den Vorteil größerer Festigkeit, da die schräg gestellten Bretter dem „Versacken“ der Thür entgegenwirken.

Das Thorgerippe besteht aus den Wendesäulen, Fig. 8, Tafel 88, den Schlagsäulen, dem Oberriegel, dem Unter- oder Schwellriegel und dem Strebebande, zu welchen Verbandstücken, wenn das Thor hoch ist, wohl noch ein oder zwei Mittelriegel hinzukommen. Das Strebeband muß immer in die Wendesäule und den Oberriegel versatzt werden, und nicht etwa in den Schwellriegel und in die Schlagsäule; auch geht, wenn Mittelriegel vorhanden sind, immer das Band durch und jene sind in dieses eingezapft. Die Schlagsäule hängt auf versatzten Zapfen der Ober- und Schwellriegel, welche ihrerseits mit eben solchen Zapfen in der Wendesäule befestigt sind. Diese Hölzer brauchen nicht alle von gleicher Stärke zu sein, doch müssen sie natürlich auf der Seite, welche mit Brettern bekleidet werden soll, bündig liegen. Die Anzahl der Mittelriegel richtet sich darnach, daß die Bretter der Bekleidung alle 1,2 bis 1,5 m genagelt werden können. Diese Thore bekommen gewöhnlich eine wagrechte Schlagleiste oder einen beweglichen Thürschwengel als Verschlußmittel, welch letzterer den Vorteil giebt, daß er, in seine lotrechte Stellung gebracht, beim Öffnen des Thores keinen Raum versperrt.

Bekleidet man diese Thüren und Thore statt der Bretter mit Latten in angemessenen Zwischenräumen, so entstehen die sogenannten Lattenthüren, die vielfach in Anwendung stehen, Fig. 225. Oft wendet man dabei statt der Latten runde Stangen, „Staketen“, in Form von Lanzen u. s. w. an, und in diesem Fall macht man die Quer- und Strebeleisten, statt von Holz, gern von Flacheisen und befestigt die Lanzen u. s. w. mit Holzschrauben. Sollen diese Thüren zum Verschluß von Höfen und Gärten dienen, so ist es gut, die Lanzen so nahe aneinander zu rücken, daß man den Fuß nicht dazwischen bringen kann, weil die Strebeleisten sonst als Leitern benutzt werden können. Letztere werden oft auch, der Symmetrie wegen, in Form von Andreaskreuzen angebracht.

„Geleimte Thüren mit eingeschobenen Leisten“ unterscheiden sich von den gespundeten mit aufgenagelten Leisten dadurch, daß die Bretter nicht gespundet, sondern gefugt und verleimt, und die Querleisten nicht aufgenagelt, sondern eingeschoben, und zwar am besten „auf den Grat“, d. i. schwalbenschwanzförmig eingeschoben werden, wie dies Fig. 1, Tafel 88, im Durchschnitt zeigt. Die Strebeleisten bleiben gewöhnlich fort, werden aber, wenn sie doch angebracht werden sollen, aufgenagelt. Die eingeschobenen Leisten, oft von Eichenholz, wenn auch die Thür sonst aus Tannenholz besteht, sollen das Werfen und Krummziehen der Thür verhindern, weshalb sie gehörig stark, stärker als die Bretter der Thür und wenigstens 7 bis 12 cm breit sein müssen. Damit aber beim Zusammentrocknen der Thürbretter diese nicht reißen, sondern sich im ganzen der Breite nach zusammenziehen können, dürfen die eingeschobenen Leisten nicht eingeleimt und auch nicht genagelt werden.

Diese Thüren eignen sich nicht zur Anwendung als äußere Thüren, weil die verleimten Fugen die Nässe nicht ertragen können, sie werden daher gewöhnlich nur im Inneren bei untergeordneten Räumen angeordnet.

§ 3.

Verdoppelte Thüren.

„Verdoppelte Thüren" heißen solche, die aus doppelt übereinander genagelten Brettern bestehen. Die untere, oder Blindthür, wird, ganz wie die eben beschriebenen, aus gespundeten, mit Quer- und Strebeleisten versehenen Brettern konstruiert, und auf die ebene Seite dann die Verdoppelung aufgenagelt. Letztere besteht aus 15 bis 24 cm breiten Brettern, die so auf die Blindthür mit eisernen Nägeln befestigt werden, daß ihre Fugen die der Blindthür kreuzen. Man verfährt hierbei auf verschiedene Weise: entweder nagelt man zuerst rund um die Blindthür, nach Fig. 3, Tafel 88, einen einfassenden Fries und dazwischen die horizontalen Füllbretter, oder man fängt die Verdoppelung in den Ecken mit einem Dreieck an, nach Fig. 6, und schließt in der Mitte mit einem oder mehreren Quadraten. Die Bretter der Verdoppelung werden gehobelt und gefalzt, oft auch gestäbt oder mit anderen passenden Profilen an den Kanten verziert. Fig. 5 zeigt eine weitere Anordnung der Verdoppelung, nach welcher vier Füllungen entstehen.

Zum Aufnageln der äußeren Bretter oder der Verdoppelung nimmt man häufig besonders geschmiedete Nägel mit hervorstehenden runden Köpfen, die der Thür ein kräftiges Aussehen geben.

Diese Thüren gewähren große Festigkeit, sind dem Quellen und Werfen nicht sehr ausgesetzt und werden daher zu Haus- und Kellerthüren oder vor Gewölben u. s. w. angewendet; doch kosten sie viel Holz, sind sehr schwer und erfordern daher starke Beschläge, was ihre Anwendung verteuert und daher beschränkt.

Daß man diese Thüren auch zweiflügelig und als Thorwege ausführen kann, versteht sich von selbst.

Eine sehr solide Thür ist in Fig. 4, Tafel 88, dargestellt; sie besteht aus einer gespundeten Blindthür, auf der ein Rahmwerk befestigt wird, dessen Felder mit jalousieartig übereinander greifenden, schmalen und gespundeten Brettchen ausgefüllt sind. Häufig läßt man auch die wagrechten Zwischenfriese fehlen.

Sehr oft ist bei den verdoppelten Thüren die untere oder Blindthür eine verleimte ordinäre oder auch gestemmte, was auch in den Fällen, in denen die eine Seite der Thür dem Wetter nicht ausgesetzt ist, wie z. B. bei Hausthüren, wohl zulässig ist.

§ 4.

Die eingefaßten oder gestemmten Thüren.

Die „eingefaßten oder gestemmten Thüren" bestehen aus einem festen Rahmwerk, in dessen Felder lose Füllungen eingesetzt sind. Diese Konstruktion ist die beste, da sie den Eigenschaften des Holzes Rechnung trägt und überall da angewendet wird, wo es sich um einen dichten Verschluß, verbunden mit leichter Beweglichkeit, handelt. Denn während die aus nebeneinander gesetzten Brettern bestehenden ordinären Thüren der Breite nach durch Quellen und Schwinden des Holzes ihr Maß verändern, bleibt das Rahmwerk der gestemmten Thür unverändert stehen, indem es sich beim Wechsel von Trockenheit oder Nässe fast gar nicht ändert, da das Rahmwerk nach der Länge und Breite der Thür aus Längenholz besteht und die Schwindung des Holzes nach der Länge kaum zu berücksichtigen ist. In diese Rahmen werden die „Füllungen" mit angestoßenen Federn lose in Nuten eingesetzt. Die Nuten werden so tief gestoßen, daß die Füllungen den nötigen Spielraum zum Quellen haben oder „wachsen" können. Werden dagegen die Füllungen genau in die Rahmen eingepaßt ohne Spielraum, so treiben sie das Rahmwerk beim Quellen auseinander. In dem soeben Gesagten liegt das Wesen einer jeden gestemmten Arbeit.

Auf Tafel 89, Fig. 1 bis 9, geben wir einige Beispiele gestemmter Thüren, um zu zeigen, wie mannigfach das Rahmwerk zusammengesetzt werden kann, wobei man jedoch immer auf bestimmt ausgesprochene geometrische Formen zu sehen haben wird; es sind nämlich die Füllungen entweder alle gleich herzustellen, wie bei den Fig. 1, 3, 4, 5 und 8, oder wenn sie verschieden sind, so ist dies auch recht augenfällig zu machen, wie bei den Fig. 2, 6 und 9, d. h. die entstehenden Vierecke sollen entweder Quadrate oder Rechtecke von auffallend verschieden langen Seiten sein. Die Fig. 718 bis 720 erklären die Profile der Thüren Fig. 6 bis 9, Tafel 89.

Bei der Feldereinteilung ist die Anbringung des Thürschlosses zu berücksichtigen, da dies nicht an der Kreuzungsstelle zweier Rahmstücke angebracht werden darf, indem dadurch die Verbindung geschwächt würde.

Nach der Anzahl der Füllungen werden oft auch die Thüren benannt; so stellt z. B. Fig. 1, Tafel 89, eine Dreifüllungsthür, Fig. 2 eine Vierfüllungsthür, Fig. 3 eine Sechsfüllungsthür u. s. f. vor. Wird der Rahmen der Thür durch ein senkrechtes und ein wagrechtes Rahmstück in vier gleiche Füllungen geteilt, so erhält man eine Kreuzthür. Dabei geht das senkrechte Mittelrahmstück durch, und der wagrechte Kreuzriegel wird mit kurzen Zapfen in dasselbe eingezapft. Je mehr Füllungen angebracht werden, um so mehr Rahmwerk ist erforderlich

und um so stärker wird die Thür werden. Dreifüllungsthüren erhalten sehr breite, aus mehreren Brettstücken verleimte Füllungen, haben daher den Nachteil, daß sie sich beim Eintrocknen bemerklich machen, indem der „Schwand", wenn er nach dem Anstrich der Thür stattfindet, wie dies meist der Fall ist, ein Heraustreten der unangestrichenen Federn der Füllungen aus den Rahmholznuten um oft 9 bis 12 mm veranlaßt. Hier dürfte noch zu erinnern sein, daß bei großen schweren Thüren das Kreuzen der Rahmstücke nur unter rechten Winkeln, so daß sie entweder nur wagrecht oder lotrecht gerichtet sind, nicht konstruktiv genannt werden kann, weil die entstehenden Rechtecke, als verschiebliche Figuren, keine große Festigkeit gewähren.

Fig. 718. a–b Tafel 89.

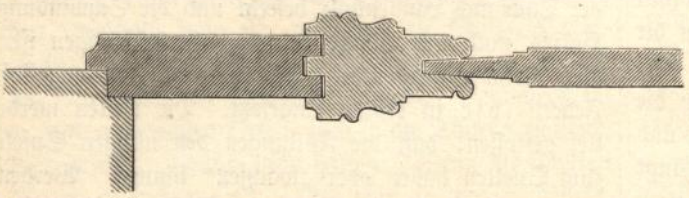


Fig. 718a. c–d Tafel 89.

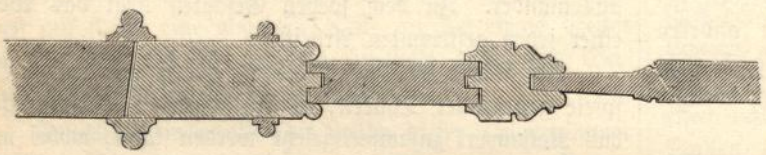
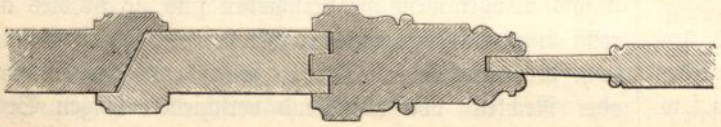


Fig. 718b. g–h Tafel 89.



Letztere wird in weit höherem Grade erreicht, wenn auch diagonal gerichtete Rahmstücke, mithin dreieckige unverschiebliche Figuren, angeordnet werden.

Die eingefaßten Thüren werden hauptsächlich zu inneren Thüren angewendet, wozu sie sich ihrer Leichtigkeit und Zierlichkeit wegen besonders eignen. Mit Zuhilfenahme verschiedener feiner Holzarten, massiv oder fourniert angewendet, Schnitzereien, Goldleisten, ornamentierter Metallleisten u. s. w. lassen sich sehr reiche und elegante gestemmte Thüren herstellen. Zu Hausthüren werden sie nur dann angewendet, wenn sie durch eine tiefe Leibung u. s. w. gegen den Regen geschützt sind.

Zu allen Thüren, insbesondere aber zu den gestemmten, ist besonders gutes und trockenes Holz zu verwenden; indem bei nassem Holze der Leim nicht bindet, abgesehen davon, daß Thüren aus solchem Holze sich immer bald werfen und dann der Nachhilfe bedürftig sind, wodurch sie einen undichten Schluß bekommen.

Die Rahmstücke werden bei gewöhnlichen Zimmerthüren 12 bis 18 cm breit und mindestens 30 bis 36 mm und bei Verwendung von Einsteckschlössern 42 mm stark gemacht. Gewöhnlich sucht man aus einem Dielen durch Trennung nach der Mitte seiner Breite zwei Rahmen zu erzielen, und da die Breite der Dielen durchschnittlich 30 cm beträgt, so erhält man als mittlere Breite 15 cm. Bei größeren Thüren werden die Friese entsprechend breiter, und bis zu 54 mm stark genommen.

Fig. 720. i–k Tafel 89.

Fig. 719. e–f Tafel 89.

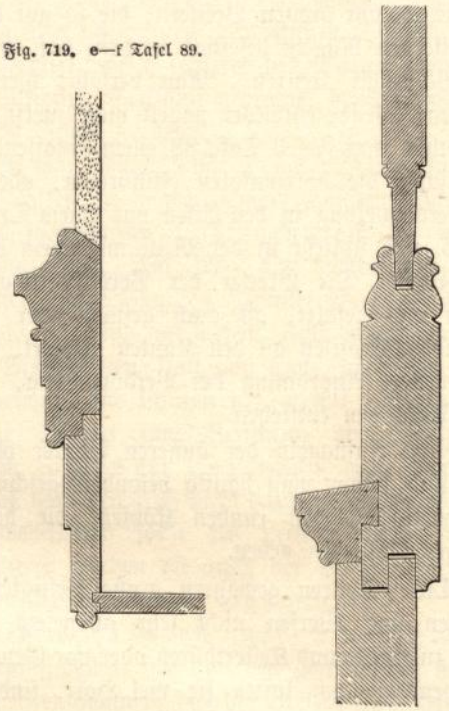
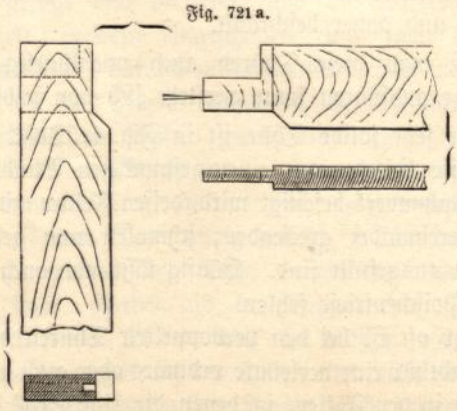


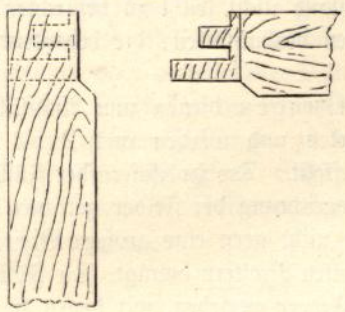
Fig. 721a.



Die Verbindung der Rahmhölzer untereinander geschieht durch einfache oder doppelte Schlitzzapfen, die ver-

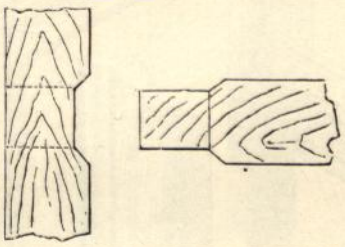
leimt und verkeilt werden, wie dies in den Fig. 721[a] und 721[b] für die Verbindung der äußeren Rahmstücke gezeigt ist (siehe auch Fig. 74). Dabei sind die Zapfen zurückgesetzt, damit noch vor dem Zapfenloch so viel Holz stehen

Fig. 721b.



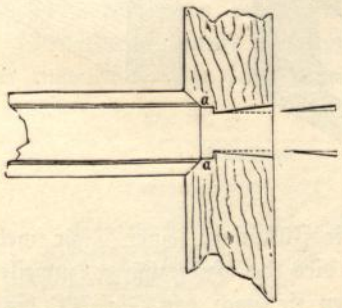
bleibt, daß dasselbe nicht ausspringt, wenn das Verkeilen der Zapfen stattfindet. Bei den „Querstücken, Querriegeln, Riegeln“ oder Mittelrahmstücken werden die Zapfen nach Fig. 722 (siehe auch Fig. 71E) etwas abgesetzt, oder es

Fig. 722.



werden nach Fig. 723 Federzapfen angewendet, wobei an den Zapfen noch kurze, etwa 2 cm breite Federn a a angebracht sind. An den Stellen, wo die Zapfen abgesetzt sind, entstehen gerne offene Fugen, was durch die Federn

Fig. 723.



verhindert wird. Fig. 723 giebt die beste Art der Verzapfung und Verkeilung an, wobei die Keile an beiden Seitenenden der gleich breiten Zapfen eingetrieben werden und das schwalbenschwanzförmig sich erweiternde Zapfenloch ganz ausfüllen. Es ist nicht notwendig, die Zapfen in den Rahmstücken zu verbohren und mit hölzernen Nägeln zu vernageln, weil die Nägel beim Schwinden des Holzes vorstehen und die Verzapfung mit Anordnung von Zapfenkeilen, bei sorgfältiger Arbeit, ausreichende Festigkeit gewährt.

Die Rahmen können in mannigfacher Weise profiliert werden, je nach dem Grade der Ausbildung, auf welchen sie gebracht werden sollen. Zunächst werden die Nuten für die Federn der Füllungen ausgestoßen und die beiden

Fig. 724.

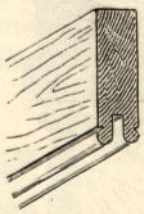


Fig. 725.

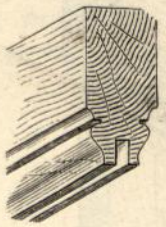


Fig. 726.

Fig. 727.

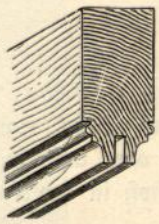


Fig. 728.

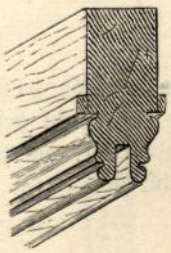
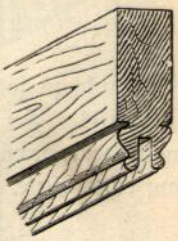


Fig. 729.



Backen der Nute profiliert, wobei man darauf zu achten hat, daß sie nicht zu sehr geschwächt werden. Die Fig. 724 bis 732 zeigen einige Beispiele profilierter und ausgenuteter Rahmen, unter welchen Fig. 730 das reichste,

Fig. 730.

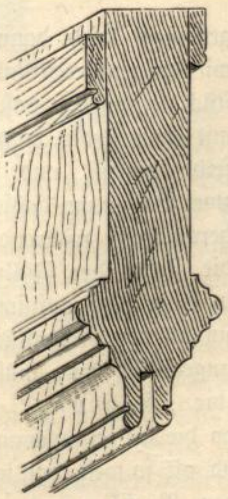
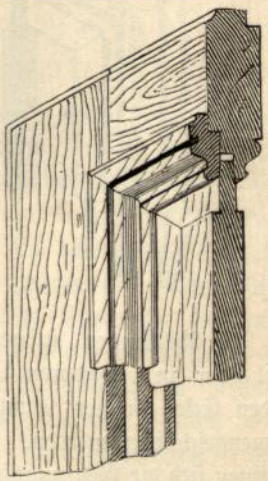


Fig. 731.



aber auch kostspieligste ist, da sehr starkes Rahmholz dazu gehört. Wohlfeiler, aber auch weniger solid erhält man eine reiche und kräftige Profilierung mittels eingeleimter

und genagelter „Kehlstöße“, Fig. 731 und 733; Fig. 733 zeigt den Kehlstoß zu beiden Seiten der Rahme, die in diesem Fall kantig bleibt und von den ausgefalzten Kehlstößen überdeckt wird, während in Fig. 731 der Kehlstoß nur an einer Seite der Thür sich befindet, wo er eingeleimt und genagelt wird, und an der anderen die Rahme profiliert ist. Die Verbindungsweisen Fig. 731 und 733

Fig. 732.

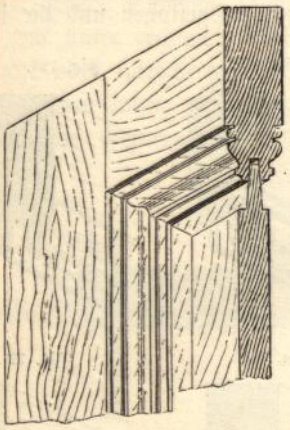


Fig. 733.

sind nicht so solid, wie der „Kehlstoß in der Nut“, Fig. 734. Bei diesem wird ein besonderes Stück Holz nach dem gewünschten Profil, auf beiden oder auch nur auf einer Seite, abgekehlt und dieses (Kehlstoß in der Nut

Fig. 734.

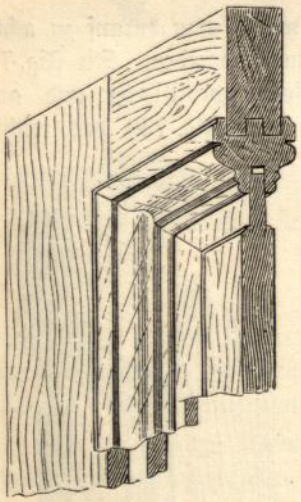
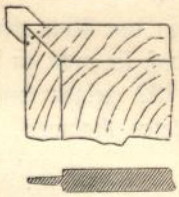


Fig. 735.



geheißen) wird dann so mit dem genuteten Rahmstück verbunden, daß es mit einer Feder in dasselbe hinein, und mit zwei Backen um dasselbe herumgreift, während es die Feder der Füllung in einer Nut aufnimmt.

Die Kehlungen, mögen sie nun an den Rahmstücken selbst oder an besonderen Leisten angebracht sein, müssen in den Ecken immer stumpf auf die „Gehrung“ zusammengeschnitten werden. Trocknen die Hölzer zusammen, so öffnen sich die Gehrungsfugen und oft so weit, daß man durchsehen kann, weil bei reicheren Profilierungen die Federn der Füllungen nicht so tief eingreifen können. Will man sich gegen diesen Übelstand sichern, so bleibt nichts anderes übrig, als nach Fig. 735 an den Ecken der Füllungen besondere kleine, diagonal gestellte Federn anzuleimen, oder in Zinkblech einzusetzen, und diese so tief in die Nut der Kehlung hineingreifen zu lassen, daß sie jede Öffnung in der Gehrungsfuge decken. Bei der Anwendung des Kehlstoßes in der Nut hat man den erwähnten Übelstand nicht leicht zu befürchten, sondern nur bei recht breiten Rahmstücken, die bedeutender zusammentrocknen.

Die Füllungen dienen zum Ausfüllen der Felder des Rahmwerkes und werden aus 2 bis 3 cm starken Brettern hergestellt. Die Holzfasern der Füllbretter werden nach der Längenrichtung der Felder gerichtet und man giebt den Füllungen nicht gern eine größere Breite, als die von 2 bis 3 verleimten Brettern beträgt. Die Füllungen werden ringsum mit Federn versehen, mit denen sie in die etwas tieferen Nuten eingreifen; diese Federn sind etwas zugeschärft und erhalten einen Falz, der von den Rahmkanten 3 bis 6 cm absteht.

Fig. 736.

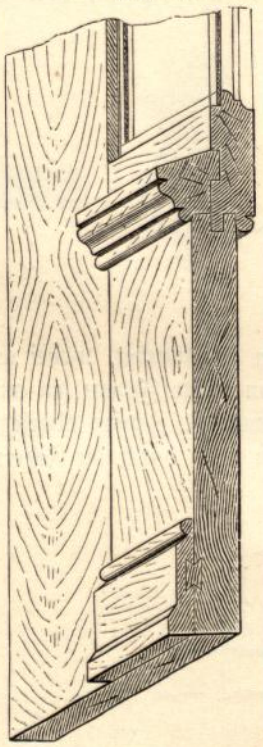
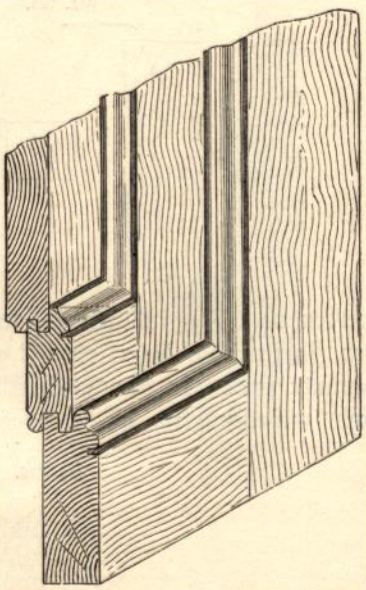


Fig. 737.



Sollen die Füllungen einer Thür mehr Stärke bekommen, wie dies bei Hausthüren zuweilen erforderlich wird, so werden sie nach den Fig. 736 bis 738 „überbaut oder überschoben“ und man nennt eine solche Thür mit überschobenen Füllungen; dabei werden die Füllungen so mit den Rahmen verspundet, daß sie auf der einen Seite der Thür vertiefte, auf der anderen aber erhabene Felder zeigen.

In Fig. 736 ist der untere Teil einer Glasthür mit überschobenen Füllungen, Sockel und Deckleiste gezeichnet. Diese Leisten geben den vortretenden Füllungen Fuß- und Kopfgesims, und letzteres hat bei Thüren, die dem Schlagregen ausgesetzt sind, noch außerdem den Zweck, das Hirnholz der Füllungen abzudecken und vor Fäulnis zu schützen, wie dies auch schon Fig. 719 gezeigt hat.

Bei großen Thüren und Thoren werden 2 bis 3 äußere Rahmen von gleicher oder verschiedener Stärke miteinander verbunden, um mehr Steifigkeit der Thürflügel zu erzielen und um keine allzu großen Füllungen zu erhalten.

Die Fig. 737 bis 740 zeigen einige Verbindungen dieser Art. Dabei können die Füllungen gewöhnliche sein,

Fig. 738.

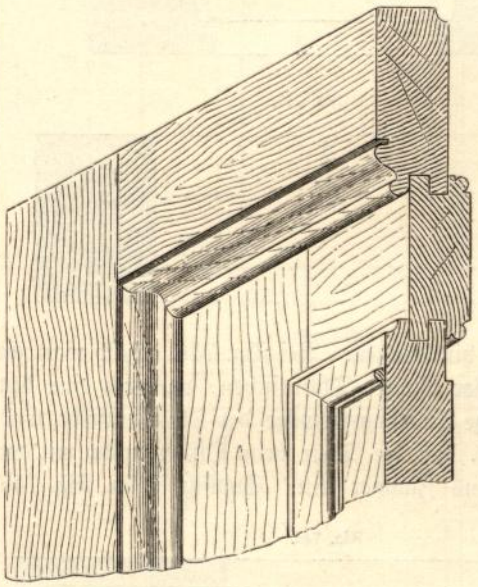


Fig. 739.

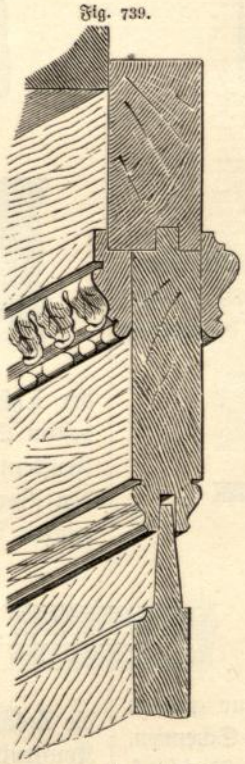


Fig. 740.

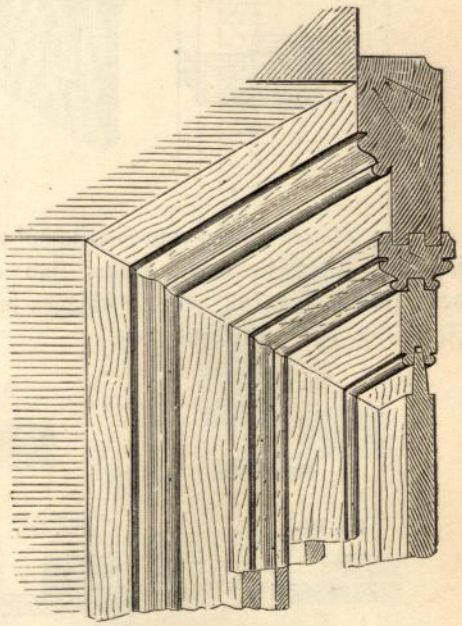
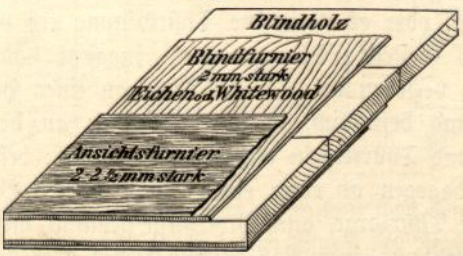


Fig. 739 und 740, oder man ordnet überschobene an, Fig. 737 und 738; ebenso können Kehlstöße in der Nut, Fig. 740, oder eingeleimte, Fig. 739, angeordnet werden.

Fig. 741.

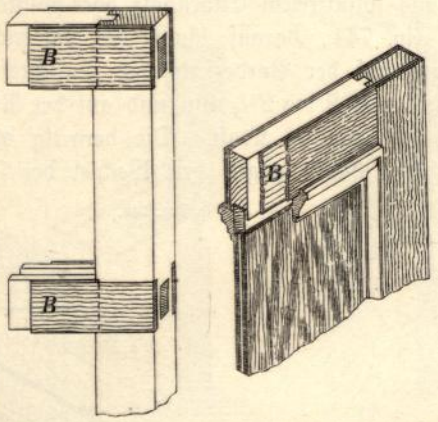


Hier sei noch erwähnt die sogenannte „abgesperrte Arbeit", die für bauliche Ausstattungen erst in jüngster Zeit allgemeiner zur Aufnahme gekommen ist, nachdem sie sich in der Möbeltischlerei schon im Anfang der siebziger Jahre Verbreitung verschafft hatte. Derartige Konstruktionen sind z. B. bei den Arbeiten im Reichstagshause in folgender Weise zur Ausführung gekommen:[1]) Auf das Blindholz, zu dem die Norddeutschen Kiefern-, die Süddeutschen meist Tannenholz nehmen, wurde zu beiden Seiten quer zur Faserrichtung ein 2 mm starkes Blindfournier aus splintfreiem Eichenholz oder Whitewood aufgeleimt, Fig. 741, darauf längs der Faserrichtung des Blindholzes auf der Vorderseite das Ansichtsfournier in einer Stärke von 2 bis $2^1/_2$ mm und auf der Rückseite ein Fournier von gleicher Kraft. Die derartig abgesperrten Konstruktionen haben gegen den Wechsel der Feuchtigkeit und Temperatur und namentlich gegen den von allen Tischlern gefürchteten dörrenden Einfluß der Centralheizung vortrefflich Stand gehalten, selbst bei den großen glatten Flächen, wie sie z. B. in der Holzarchitektur des Hauptsitzungssaales auftreten. Es scheint dem Holz thatsächlich alle Bewegungskraft genommen. In massiver Arbeit würden derartige günstige Ergebnisse bei unserer modernen raschen Bauweise und der Schwierigkeit, altes, wohlgepflegtes Holz in größeren Massen zu beschaffen, nicht zu erreichen sein. Die abgesperrten Platten werden noch bis 1 m Breite in einem Stück angefertigt; sind die Täfelungsfelder breiter, dann werden mehrere Platten mit Nut und Feder aneinandergepaßt und an rückseitig eingelassenen Eisenwinkeln durch Zugschrauben dicht verbunden.

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1896.

Bei den inneren Thüren sind die Rahmen beiderseits einfach fourniert; um aber zu verhüten, daß sich senkrechte Rahmenfugen bilden, ist der Rahmenstoß durch die in den Querrahmen vertieft eingelegten, gurtartig verspannenden Blindfourniere B vorher beiderseitig gedeckt, Fig. 741a.

Fig. 741a.



Die Thüren können entweder stumpf vor die Öffnungen schlagen, indem sie etwas größer sind als das „Licht" der Öffnung, Fig. 742, oder sie schlagen in einen besonderen Falz, Fig. 742a, 743 und 744.

Fig. 742.

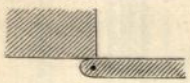


Fig. 742a.

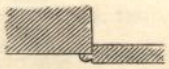
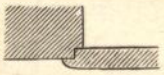


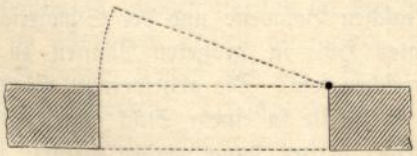
Fig. 743.

Fig. 744.



Die erste Art des Verschlusses gewährt nur geringe Dichtigkeit und wird daher nur bei Räumen, wie Scheunen, Ställen u. s. w., angeordnet, bei denen ein dichter Verschluß nicht verlangt wird. Schlägt die Thür in einen Falz, so kann sie diesen nach Fig. 742a und 744 überdecken, oder sie kann sich mit ihrer ganzen Holzstärke in ihn hineinlegen, Fig. 743. Daß nur die Thür allein ausgefälzt wird, wie dies Fig. 742a zeigt, kommt selten vor.

Fig. 745.



Die inneren Thüren können je nach der Stärke der Mauer, an der sie vorkommen, verschieden angeordnet werden, und zwar nach Fig. 745, wo die Thür in der Ebene der Mauerflucht liegt und vollständig umgelegt oder um einen Winkel von 180° gedreht werden kann. Oder wenn die Mauern mehr als eine Backsteinlänge zur Dicke haben, können die Thüren nach Fig. 746 und 747 angebracht werden. Fig. 747 zeigt die Anlage einer zweiflügeligen Thür, deren Flügel sich in die Leibung

Fig. 746.

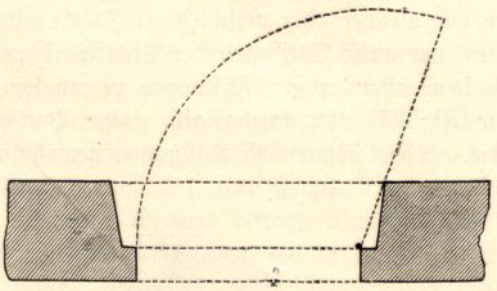
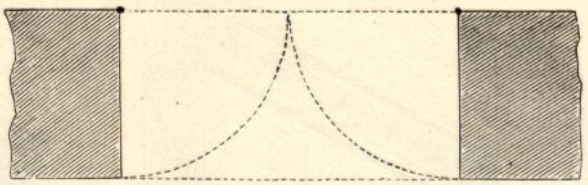
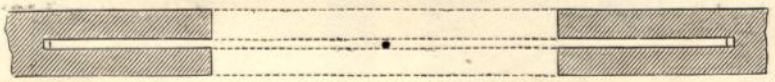


Fig. 747.



der Thürnische hineinlegen. Bei Fig. 746 erhält man an beiden Seiten der Mauer Thürnischen, wodurch eine den Fenstern ähnliche Anordnungsweise der Thür entsteht, was den Vorteil hat, daß die Thür beim Öffnen nicht mit der ganzen Breite ins Zimmer tritt. Endlich ist in Fig. 748

Fig. 748.



die Anlage einer zweiteiligen Schiebthür gegeben, zu welcher Konstruktion mindestens eine Wanddicke von einer Steinstärke gehört.

Der Thürfalz ist entweder in einem steinernen Thürgestell ausgehauen, oder, wenn kein solches vorhanden ist, in den einzelnen Steinen, welche die Öffnung begrenzen, hergestellt, oder es ist in die Thüröffnung ein besonderes hölzernes Gestell „Thürzarge" eingesetzt, das mit dem Thürfalz versehen ist. Ist die Thür an einer Holz- oder Riegelwand befindlich, so kann der Falz an den Thürpfosten und Thürriegeln angearbeitet werden; befindet sich dieselbe dagegen an einer einen Stein starken Mauer, so wird eine Thürzarge, auch Blockzarge genannt, angewendet. Diese besteht aus einem Rahmen von Eichen- oder Rottannenholz von 6 bis 9 cm Dicke und einer Breite, welche durch die ganze Mauerstärke greift, Fig. 749. Um der Thürzarge einen festen Stand zu geben, bekommen die horizontal-

liegenden Teile a b sogenannte „Ohren“ oder Verlängerungen, welche eingemauert werden; man spänt die lotrechten Stücke entweder wie die Pfosten der Riegelwände aus, um das Mauerwerk eingreifen zu lassen, oder man nagelt, wie dies der Querschnitt $\alpha\,\beta$ zeigt, eine dreiseitig

Fig. 749.

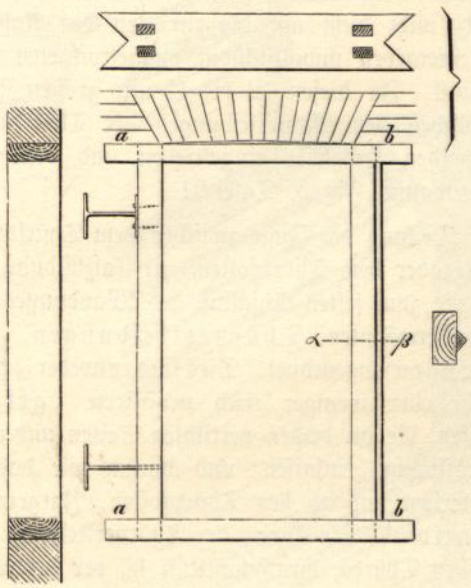
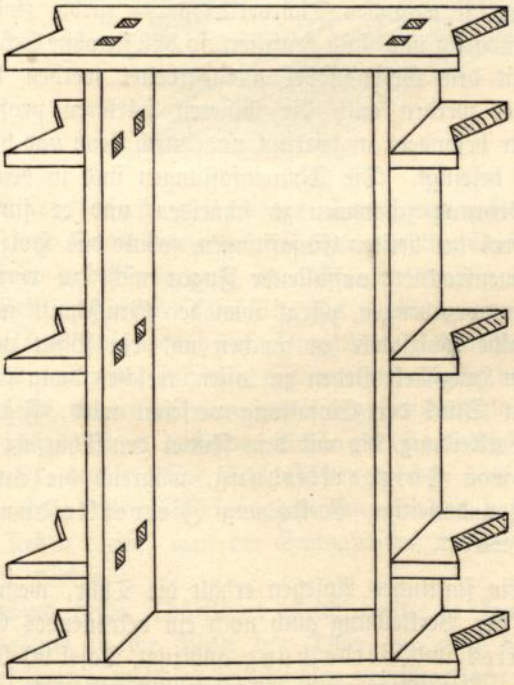


Fig. 750.



prismatische Leiste auf, nach der die anstoßenden Steine ausgehauen werden und so den festen Stand der Zarge sichern helfen. Oft wendet man auch eiserne Anker an, Fig. 749, die in die Mauer eingreifen und an der Zarge befestigt sind, oder man bringt seitlich an den Zargen 6 cm starke und circa 30 cm lange Holzplatten an, Fig. 750, die eingemauert werden, und dadurch die Zargen in ihrer Stellung sichern. Zur Konservierung sind die Hölzer allseitig mit Karbolineum zu streichen.

Fig. 751.

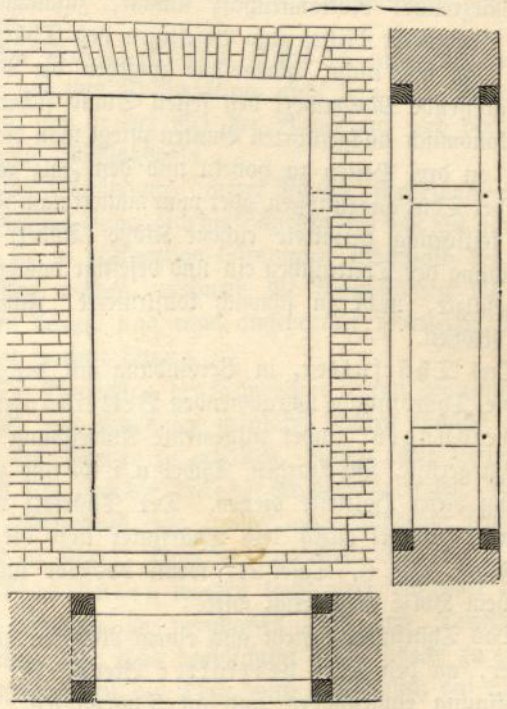
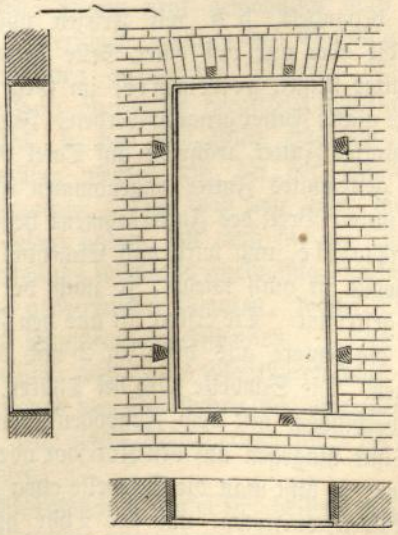


Fig. 752.



Die Blockzargen müssen vor dem Aufführen der Mauer gut in „Blei und Senkel“ gestellt und in dieser Stellung durch Latten befestigt und in Beziehung auf ihre richtige Stellung kontrolliert werden, weil sie, einmal fest eingemauert, unbeweglich sind.

Beträgt die Mauerfläche mehr als 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stein, so werden anstatt der Zargen „Thürgerüste", Fig. 751, angewendet. Diese bestehen aus Schwellen, Pfosten, Rahmstücken (Pfetten) und Riegeln, die aus 12 bis 15 cm im Quadrat starkem Holze, wozu man gern Eichenholz oder doch harzreiches Rottannenholz nimmt, zusammengesetzt sind. Besonderer Mittel zum Befestigen des Thürgerüstes bedarf man hier nicht, indem das zwischen die Verbandstücke greifende Mauerwerk den festen Stand sichert. Bei sehr ökonomisch ausgeführten Bauten pflegt man die Thürzargen an drei Seiten zu hobeln und den Falz zum Anschlag der Thür auszustoßen, oder man mauert nach Fig. 752 einige keilförmig gestaltete eichene Klötze (Dübel) mit in die Leibung der Thürnischen ein und befestigt das gehobelte und gefalzte, nicht zu schwach konstruierte „Futter" an diesen Klötzen.

Das Thürfutter, in Verbindung mit den beiderseits die Thüröffnung umrahmenden Bekleidungen oder Verkleidungen, findet allgemeine Anwendung, wobei die Thürgerüste, Blockzargen, Dübel u. s. w. nur zur Befestigung dieser Holzteile dienen. Der Thürfalz wird in der Regel gebildet durch das Thürfutter und die Thürverkleidung, Fig. 5, Tafel 91, wenn dasselbe nicht aus schwachem Holze angefertigt wird.

Das Thürfutter besteht aus einem Rahmen glatt gehobelter, an den Ecken verzinkter Bretter, der in die Thüröffnung eingeschoben und an Thürpfosten, Zargen u. s. w. befestigt wird. Haben die Wände mehr Stärke als 25 cm, so wird das Thürfutter übereinstimmend mit der Thür behandelt, d. h. mit Friesen und Füllungen versehen, die aber nur auf einer Seite gehobelt werden. Solche Futter heißen gestemmte, im Gegensatz zu den ersteren, die glatte Futter genannt werden. Fig. 5, Tafel 91, zeigt ein glattes Futter, während auf Tafel 90, in Fig. 3 bis 4, ein gestemmtes Futter angenommen ist.

Das untere Brett des Futterrahmens heißt Schwellbrett, Schwelle, und wird aus Eichenholz hergestellt. Diese Schwelle ist auch wieder, je nach der Mauerdicke, glatt oder gestemmt. Die erstere ist aus den Fig. 2 und 3, Tafel 91, die letztere aus den Fig. 2 und 3, Tafel 90, zu entnehmen. Die Schwelle wird bei Thüren, die Zimmer unter sich verbinden, mit dem Fußboden bündig gelegt; führt die Thür hingegen auf den Korridor oder nach einem kalten Raume, so läßt man die Schwelle etwa 1 bis 1,5 cm über den Boden vortreten, um der Thür an allen vier Seiten einen Anschlag zu geben, wodurch allein ein einigermaßen dichter Verschluß erzielt werden kann. Da bei Wohnhäusern die an den Korridor grenzenden Thüren sich nach innen oder nach den Zimmern öffnen, so legt man gern den Korridorboden mit dem Schwellbrett bündig und um 1 bis 1,5 cm höher als den Zimmerboden, wodurch man nur nach innen einen Absatz der Schwelle erhält, de der Thür zugleich als Anschlag dient.

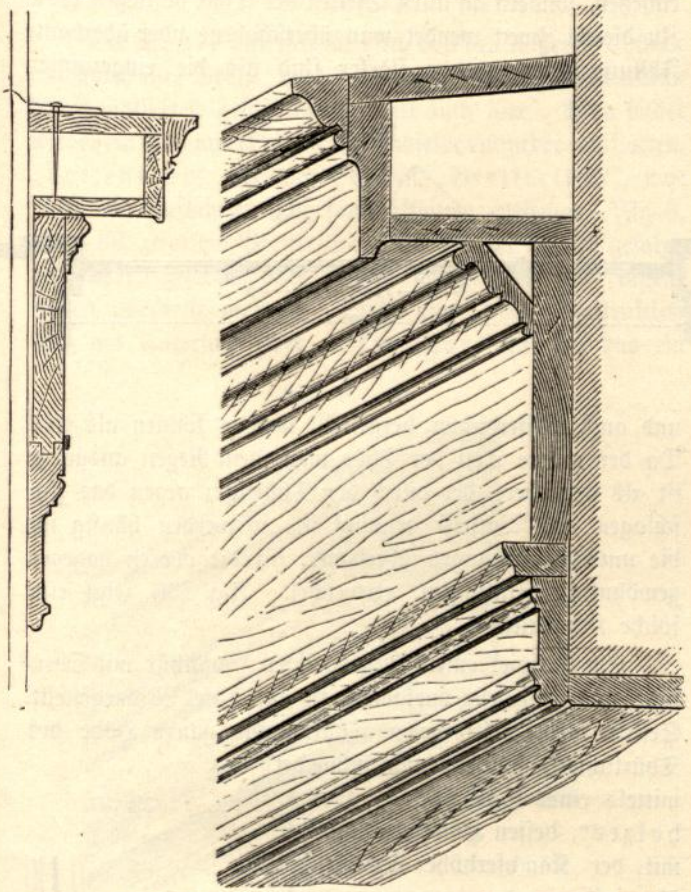
Das Thürfutter wird meistenteils 12 bis 15 mm kleiner gemacht als die Thüröffnung, wie dies Fig. 5, Tafel 91 und Fig. 4, Tafel 90, zeigen, weil diese selten ganz genau hergestellt ist, und weil man auch das Futterholz nicht dicht auf die zur Zeit des Anschlagens der Schreinerarbeit unvollständig ausgetrockneten Mauern bringen will. In diesen 12 bis 15 mm großen Zwischenraum zwischen den Mauerleibungen der Thür und dem Futter werden Holzkeile eingetrieben und dadurch das Futter verspannt, Fig. 5, Tafel 91.

Zur Deckung der Fuge zwischen dem Thürfutter und der Zarge oder dem Thürpfosten, zur Falzbildung für die Thür, sowie zum festen Anschluß des Wandputzes werden die schon erwähnten Thürverkleidungen, Thüreinfassungen angeordnet. Dies sind entweder „glatte" oder mehr oder weniger reich profilierte „gekehlte" Brettstreifen, die an beiden vertikalen Seiten und oberhalb die Thüröffnung „einfassen" und ähnlich wie das Thürfutter unterlegt und an den Thürpfosten, Zargen u. s. w. befestigt werden. Die Breite der Thürverkleidung beträgt, bei einfachen Thüren, durchschnittlich $\frac{1}{6}$ der lichten Thüröffnung oder 12 bis 15 cm, Fig. 1, Tafel 90. Die Gliederungen, die man den Thürverkleidungen giebt, sind meist architravartig und flach profiliert, so daß sie ohne Schwierigkeit mit dem Gesimshobel ausgearbeitet werden können. Oder es werden auch die äußeren stärkeren profilierten Glieder besonders angefertigt und durch Leim und hölzerne Nägel befestigt. Die Thüreinfassungen sind in den Ecken auf Gehrung zusammen zu schneiden, und es sind hier, besonders bei breiten Einfassungen, sobald das Holz etwas zusammentrocknet, auffallende Fugen nicht zu vermeiden. Diesem vorzubeugen, pflegt man den Gratschnitt nur auf die halbe Holzstärke zu machen und ein Blatt von der übrigen Holzstärke stehen zu lassen, welches dann mit dem zweiten Stück der Einfassung verleimt wird, Fig. 63 A. Die Verkleidung, die mit dem Futter den Thürfalz bildet, nennt man Falzverkleidung, während die entgegengesetzte anderseitige Verkleidung Zierverkleidung genannt wird.

Ein stattliches Ansehen erhält die Thür, wenn man außer der Verkleidung auch noch ein bekrönendes Gesims mit Fries und Verdachung anbringt, Tafel 90 bis 91, Fig. 1. Der Fries wird aus einem Brettstück hergestellt, und die Feldereinteilung auf ihm mittels aufgeleimter Leisten bewirkt, während die Verdachung aus einem oder mehreren verleimten Dielenstücken gebildet und das Ganze durch große Nägel oder Bankstifte an der Wand oder Mauer befestigt wird. Die Fig. 753 bis 754 zeigen

Beispiele von bekrönenden Thürgesimsen mit dem oberen Teile der Verkleidung, dem Fries und der Verdachung.

Fig. 753. Fig. 754.



Eine einfach gestemmte Thür mit gestemmtem Futter und Schwellbrett, beiderseitiger gekehlter Verkleidung mit Fries und Verdachung, ist auf Tafel 90, Fig. 1 bis 4, dargestellt, während Tafel 91, Fig. 1 bis 5, eine zweiflügelige Zimmerthür, Flügelthür, Salonthür zeigt. Diese unterscheidet sich von ersterer nur dadurch, daß jeder Flügel da, wo er mit dem anderen zusammenschlägt, eine die schräge Fuge deckende Schlagleiste nach Fig. 4, Tafel 91, erhält. Die Schlagleisten werden 5 bis 7 cm breit und das Profil muß so gezeichnet werden, daß genug Holz stehen bleibt, weil die Schlagleisten oft stark beansprucht werden.

Sind beide Thürflügel gleich breit, so kommt die Schlagleiste in die Mitte der Thür, ist aber der eine Flügel breiter, wie dies bei schmalen zweiflügeligen Thüren vorteilhaft ist, so müssen der Symmetrie wegen zwei Schlagleisten angeordnet werden, von denen die eine „blind" ist. Obschon eine aus dem vollen Holz gearbeitete Schlagleiste am solidesten wäre, so wird sie doch des geringeren Holzaufwandes und der billigeren und bequemeren Herstellung wegen auf das Rahmholz der Thür aufgeschraubt. Die Anordnung eines Sockels, auf dem sich auch die Profile der Thürverkleidung absetzen, giebt der ganzen Thürkonstruktion ein gefälliges Ansehen. Beispiele von reicheren Thüren sind auf den Tafeln 92 bis 93 dargestellt. Das übrige dürften die Zeichnungen zur Genüge erklären.

Die Schiebthüren, Tafel 94, unterscheiden sich in Bezug auf ihre Konstruktion nicht von den Flügelthüren, sondern nur in der Art der Bewegung und der dadurch bedingten Beschlagsteile.

Zur Verbindung innerer Räume, insbesondere Gesellschaftsräume, eignen sich die Schiebthüren sehr gut, namentlich wenn sie in schlitzartige Öffnungen innerhalb der Mauer geschoben werden, wodurch die Wandflächen bis zu den Thüren benutzt und etwa angebrachte Portieren nicht beschädigt werden können.

Die Bewegung der Schiebthür ist am bequemsten eine seitliche, und um einen möglichst dichten Schluß zwischen Thür und Mauer zu erhalten, dürfen keine Leisten, Gesimse u. s. w. über die Dicke der Rahmen vortreten. Die Thür kann selbstredend eine „volle" oder Glasthür sein, welch letztere in Fig. 1, Tafel 94, dargestellt ist.

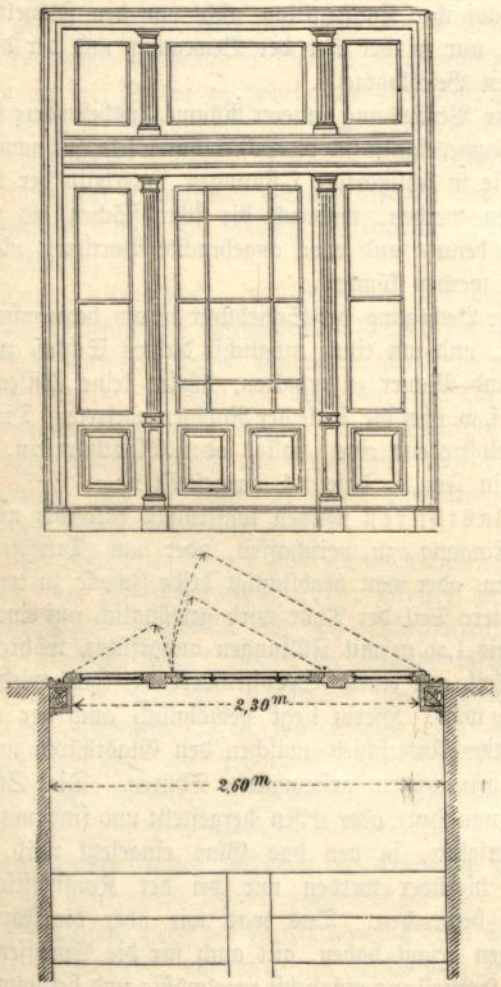
Glasthüren werden konstruiert, entweder um dem Licht Eingang zu verschaffen oder um Durchsicht zu gewinnen, oder man beabsichtigt beide Zwecke zu erreichen. Der untere Teil der Thür wird gewöhnlich auf eine Höhe von 1 bis 1,30 m mit Füllungen ausgeführt, während der obere Teil mit einem Sprossenwerk versehen wird, das verglast wird. Hierin liegt gewöhnlich auch der einzige konstruktive Unterschied zwischen den Glasthüren und den bisher betrachteten gestemmten Thüren. Die Sprossen werden von Holz oder Eisen hergestellt und sind mit einem Falz versehen, in den das Glas eingesetzt wird. Das Nähere hierüber werden wir bei der Konstruktion der Fenster besprechen. Das was wir über die Form der Füllungen gesagt haben, gilt auch für die Sprossenfelder, nämlich Herstellung möglichst regelmäßig und bestimmt ausgesprochener geometrischer Figuren, wobei Quadrat und Rechteck als Hauptformen erscheinen.

Am meisten werden die Glasthüren dazu benutzt, das Stiegenhaus von den Korridoren der einzelnen Stockwerke zu trennen; eine solche Absonderung sollte bei Miethäusern niemals fehlen.

Der Glasabschluß, Tafel 95, besteht aus einer zweiflügeligen Glasthür mit Oberlicht. Zur Verglasung der Thüren wurde gemustertes Glas „Mousseline-Glas" verwendet, teils um die Durchsicht einigermaßen zu verhindern, teils um der Verglasung ein gefälligeres Ansehen zu geben. Das Oberlicht ist mit weißem Glas, um möglichst viel Licht zu gewinnen, verglast.

Zwei weitere Anordnungen von Glasabschlüssen zeigen Fig. 755 und 756. Im ersten Fall befindet sich eine in der Mitte angelegte Thür zwischen zwei Seitenflügeln, die ebenfalls geöffnet werden können, wenn die volle lichte Weite von 2,30 m — etwa beim Wohnungswechsel — gebraucht werden sollte; im zweiten Fall kann höchstens

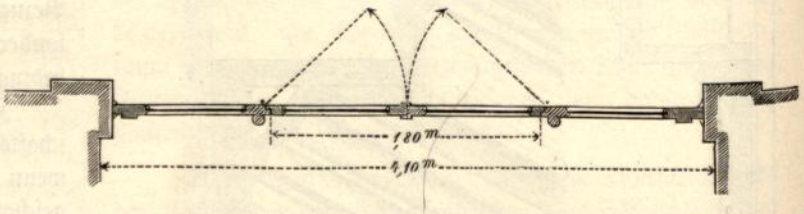
Fig. 755.



über die Weite der Doppelthür verfügt werden, da die Seitenteile als feststehend angenommen sind. Aber auch in diesem Fall wäre es nicht schwierig, die Anordnung zu treffen, daß die Seitenteile geöffnet werden können, nachdem vorher die Thürflügel auf sie umgeklappt worden sind.

Die Hausthüren machen die Gebäude von der Straße aus zugänglich und müssen daher solider hergestellt werden als innere Thüren. Sind sie dem Regen und der Sonne ausgesetzt, so verwendet man zu ihrer Herstellung Eichenholz, während bei geschützter Lage sie auch aus Weiß- oder Rottannenholz (in neuerer Zeit auch aus amerikanischem Kiefernholz) gefertigt werden können. Im letzteren Fall ist die Konstruktion der äußeren Thüren der der inneren gleich; im ersteren dagegen hat man die Verbindungen so einzurichten, daß sich das Regenwasser nirgends einsetzen, sondern an allen Stellen der Thür abfließen kann. Zu diesem Zweck wendet man überschobene oder überbaute Füllungen an, welche stärker sind als die eingezapften

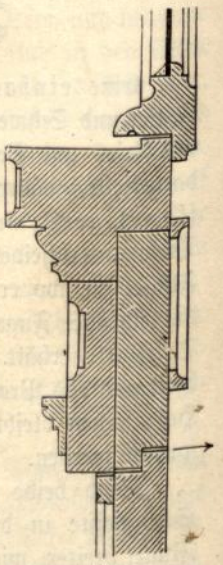
Fig. 756.



und auch wasserdichter hergestellt werden können als jene. Da der untere Teil der Thür mehr dem Regen ausgesetzt ist als der obere, der durch den Thürsturz gegen das Anschlagen des Wassers geschützt ist, so werden häufig für die unteren Füllungen überbaute, für die oberen dagegen gewöhnliche Füllungen verwendet. Fig. 736 zeigt eine solche Konstruktion.

Ein Beispiel einer zweiflügeligen Hausthür mit Oberlicht, wie sie häufig vorkommt, ist auf Tafel 96 dargestellt. Selten giebt man diesen Thüren die ganze Höhe des Thürlichtes, sondern man schneidet mittels eines Kämpfers „Loosholzes", dessen Höhe, wo thunlich, mit der Kämpferhöhe der Fenster übereinstimmend angenommen wird, einen Teil ab, wodurch ein Oberlicht gewonnen wird und die Thür, vermöge ihrer geringeren Größe, leichter gehandhabt werden kann. Als geringste Höhe der Hausthüren werden 2,1 bis 2,4 m angenommen.

Fig. 757.



Die Thür besteht aus Eichenholz, erscheint inwendig als gestemmte, außen als glatte Thür mit ebener Fläche, auf der der Doppel, beziehungsweise der dekorative Teil aufgesetzt und aufgeschraubt ist, wie dies aus den Durchschnitten zu ersehen ist und aus Fig. 757, die den Kämpfer, Fries und oberen Anschlag der Thür in größerem Maßstabe darstellt. Um außer dem Oberlicht noch mehr Licht zu gewinnen, wurde die Doppelthür teilweise verglast und mit leichten schmiedeisernen Schutzgittern versehen. Die Gläser sind mit besonderen Rahmen gefaßt, die in die

Thürrahmen eingesetzt und mit Vorreiber befestigt werden, wodurch die Gläser ohne Schwierigkeit auf beiden Seiten gereinigt werden können.

Die Thore unterscheiden sich von den äußeren Thüren nur durch ihre Größe; was daher bezüglich der Konstruktion der Hausthüren gesagt wurde, gilt auch hier. Man bildet wieder ein Rahmwerk und belegt dasselbe entweder mit Latten, „Lattenthor", oder mit Brettern, „Bretterthor", wodurch die einfachsten Thorkonstruktionen entstehen. Fig. 8, Tafel 88, zeigt ein Bretterthor. Die Bretter können gefalzt, gespundet, gefedert oder stumpf gefügt und mit Fugenleisten überdeckt werden. Sieht man diese Konstruktion bloß als Unterlage oder „Blindthor" an, auf das ein

Fig. 758.

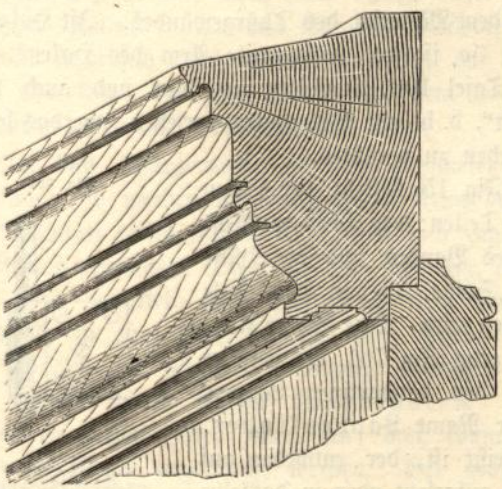
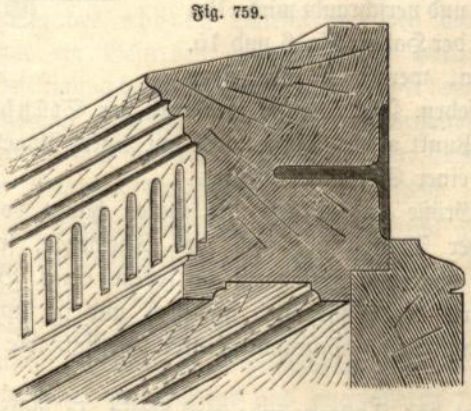


Fig. 759.

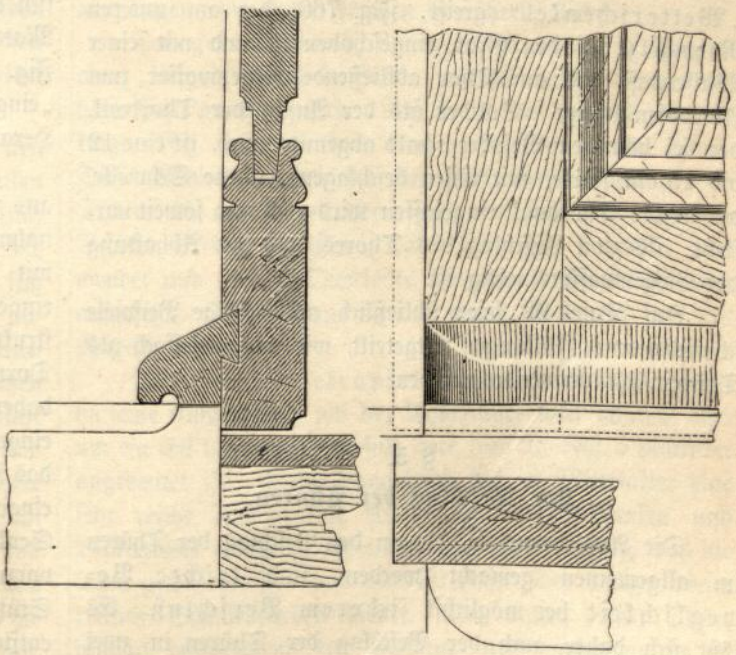


aus Rahmen, Füllungen u. s. f. bestehender „Beleg" aufgeschraubt wird, so erhält man ein eleganteres Thor, wobei der nach außen gerichtete gestemmte Teil, der sogenannte „Doppel", gern aus hartem Holze hergestellt wird. Besteht dagegen dieser Beleg auch wieder nur aus Brettern, wie Fig. 3 bis 5, Tafel 88, solche Beispiele zeigen, so entstehen verdoppelte Bretterthore.

Dient die Einfahrt zugleich als Eingang, und verlangt die erstere die ganze Höhe des Thorlichtes, so wird das Thor aus zwei Flügeln konstruiert, die des leichteren Verkehrs wegen nicht selten mit einer Thür von gewöhnlicher Größe verbunden sind. Braucht man hingegen nicht die ganze Höhe der Thüröffnung, so legt man wieder, wie bei den Hausthüren, einen Kämpfer an, stellt das Thor aus zwei Flügeln her, die nun nicht mehr so schwer werden, und behandelt den oberen Teil als Oberlicht, das in den meisten Fällen zur Beleuchtung der Einfahrt nicht ausreicht, weshalb noch der obere Teil des Thores verglast werden muß.

Nach diesen Gesichtspunkten ist das auf Tafel 97, Fig. 1 bis 7, abgebildete Thor ausgeführt, das in konstruk-

Fig. 760.



tiver Beziehung Ähnlichkeit hat mit der Hausthür Tafel 96 und seiner klaren Darstellung wegen wohl keiner weiteren Erklärung bedarf. Nur betreffs des Kämpfers, an dem sich das Thor oben anschlägt, sind außer Fig. 4, Tafel 97, noch weitere Anordnungen in Fig. 758 bis 759 gegeben. Letztere bestehen aus vollem Holze, und aus je einem Stück, und in Fig. 759 soll die eingelassene Schiene, die sich noch ca. 15 cm über die Gewände zu erstrecken hat, in die sie einzulassen und mit Steinschrauben zu befestigen ist, das Einsacken und Werfen des Kämpfers verhindern. Denn von der unveränderten Haltung des Kämpfers ist der vollkommene obere Anschlag des Thores abhängig. Das Zusammensetzen des Kämpfers aus mehreren verleimten und verschraubten Stücken, Fig. 4, Tafel 97, bietet

gleichfalls ein vortreffliches Mittel gegen das Werfen oder Verziehen (siehe auch Fig. 19).

Schließlich hat sich die Verstärkung des aus mehreren Stücken gebildeten Kämpfers, Tafel 98, durch eine eingelassene Winkelschiene an der unteren Kante, an der das Thor anschlägt, seit einer Reihe von Jahren sehr gut bewährt. Im übrigen zeigt die Konstruktion Tafel 98, die eines der vorderen Thore der Centralturnhalle in Karlsruhe darstellt, eine einfache gestemmte Arbeit mit Friesen, Kehlstößen und überhöhten Füllungen.

Der Anschlag der Thore an den Gewänden beträgt 12 bis 15 cm, am Kämpfer 3 bis 6 cm und am Thorbank 2 bis 3 cm.

Um dem Eindringen des Regenwassers an dem unteren Ende des Thores zu begegnen, wird die Thorbank mit einem sogenannten Bänkchen versehen, über das der „Wetterschenkel“ greift, Fig. 760, der am unteren Rahmholz auf den Grat eingeschoben ist und mit einer Wassernase das am Thor abfließende Regenwasser zum Abtropfen bringt. Solider als der Ansatz der Thorbank, der bei häufigem Befahren bald abgenutzt wird, ist eine 12 bis 15 cm starke, mit Eisen beschlagene eichene Schwelle, die in die Thorbank eingelassen wird und nur soweit vorsteht, als zum Anschlag des Thores und zur Abhaltung des Regenwassers nötig ist.

Auf Tafel 99 seien schließlich noch einige Beispiele schmiedeiserner Füllungen mitgeteilt, wie solche vielfach als Thüreinsätze verwendet werden.

§ 5.

Der Beschlag der Thüren.

Die Anforderungen, die an den Beschlag der Thüren im allgemeinen gemacht werden, sind leichte Beweglichkeit bei möglichst sicherem Verschluß. Es läßt sich daher auch der Beschlag der Thüren in zwei Hauptteile teilen, nämlich in die Beschlagteile, die vorzugsweise zur Bewegung und in solche, die zum Verschluß der Thüren dienen.

Zu den ersteren gehören Haken und Bänder, Zapfen und Pfannen u. s. w., zu den letzteren Riegel, Vorlegstangen, Schlösser u. s. w.

Zunächst müssen wir hier bemerken, daß ein detailliertes Eingehen auf die in Rede stehenden Konstruktionen, namentlich in den Mechanismus der verschiedenen Schlösser, uns zu weit führen und die Grenzen unserer Aufgabe überschreiten würde.

Wir beschränken uns vielmehr darauf, die verschiedenen Arten der gewöhnlich vorkommenden Beschlagteile kennen zu lernen und die Merkmale anzugeben, aus denen man auf eine gute und sorgfältige Arbeit schließen kann. Dies wird um so eher genügen, als die Thürbeschläge, wenn auch keineswegs unbedeutende Nebensachen, doch keine einen wesentlichen Einfluß auf das Gebäude ausübenden Konstruktionen bilden, wie dies bei den früher betrachteten der Fall war. Auch lassen sich schlecht angefertigte Beschlagteile leicht erkennen, und sollten sie dennoch zur Anwendung gekommen sein, leicht durch neue und bessere ersetzen.

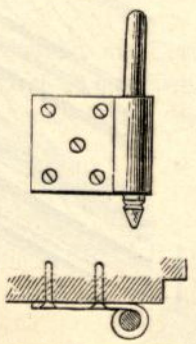
§ 6.

Beschlagteile zur Bewegung der Thüren.

Hierher gehören die Haken und Bänder. Erstere teilt man in ordinäre oder Spitzhaken und in Stützhaken.

Die Haken werden in der Thüreinfassung oder dem Thürgewände befestigt, und die Art der Befestigung richtet sich nach dem Material des Thürgewändes. Ist Holz das Material, so ist der horizontale Arm des Hakens nach Fig. 6, Tafel 100, vierseitig zugespitzt und auch wohl „eingehakt“, d. h. mit Widerhaken versehen, um das leichte Herausziehen zu verhüten.

Fig. 761.



In Fig. 15 besteht der Haken aus zwei Teilen: dem Dorn zur Aufnahme des Bandes und der Hülse mit der Spitze, die in das Holz eingetrieben wird. Eine feinere Konstruktion zeigt Fig. 761, bei der der Dorn in den bandartigen Lappen, daher der Name Lappenkloben, eingeschweißt ist, der entweder auf das Holz aufgesetzt oder in dasselbe eingelassen und verschraubt wird. Um Senkungen der Haken, Fig. 6 und 15, vorzubeugen, werden sie mit einer Stütze versehen, Fig. 7 bis 9, wodurch der Stützhaken entsteht. Punkt a der Stütze wird mit einem Nagel oder besser mit einer Schraube befestigt.

Die Größe und Stärke der Haken hängt von der Schwere der Thüren ab; sind dies Thorwege, so geht wohl der wagrechte Hakenarm in Form eines Bolzenschaftes durch den Thürposten hindurch, und ist innerhalb durch Schraube und Schraubenmutter befestigt, wie Fig. 9 dies zeigt.

Besteht das Thürgewände aus Stein, so müssen die Haken eingegossen oder eingemauert werden, je nachdem das Thürgewände aus einem oder mehreren Steinen besteht und mehrere Lagerfugen vorhanden sind. Im ersten Fall werden die horizontalen Arme der Haken „eingegipst“ oder mit Blei vergossen. Zu diesem Zweck müssen nach innen etwas erweiterte Löcher für die Hakenarme in den Stein gestemmt werden, in welche jene mit einem größeren Spielraum

passen, und dann wird eben dieser Spielraum entweder mit angerührtem Gips oder mit geschmolzenem Blei ausgegossen. Der Gips dehnt beim Erhärten sein Volumen aus und füllt dadurch den Raum um den Hakenarm vollkommen aus, wodurch letzterer, der am hinteren Ende etwas dicker gestaltet, auch wohl „eingehakt" ist, festgehalten wird. Bei Blei tritt eine Ausdehnung beim Erstarren nicht ein, im Gegenteil schwindet es bei dem Übergange aus dem flüssigen in den festen Zustand, und es muß daher nachgestemmt, „aufgekeilt" werden, damit sich das Blei fest an den Hakenarm und die Wand des Loches anlegt. Der Gips läßt sich so dickflüssig anrühren, daß man ihn in das Hakenloch einstreichen und dann den Haken eintreiben kann; bei dem Blei muß man aber den Haken zuerst in das Loch einhalten und dann das Blei so eingießen, daß es das Loch füllt. Liegt dieses in einer lotrechten Fläche, so hat das Eingießen Schwierigkeiten, und man sucht sich wohl dadurch zu helfen, daß man von Lehm oder Gips eine Art Pfanne vor dem Loch bildet und durch dieses das Blei einfließen läßt.

Hat das Thürgewände an den geeigneten Stellen Lagerfugen, so werden die horizontalen Arme der Haken in die Flächen dieser Fugen eingelassen und zugleich mit den Steinen vermauert. Die Haken sind nach Fig. 7 und 10, Tafel 100, gestaltet. Der horizontale Arm spaltet sich gewöhnlich in zwei Äste, die an ihren Enden mit abwechselnd auf- und abwärts gerichteten Umbügen versehen sind. Diese Haken heißen *Mauerhaken*. Stützen kommen an diesen Haken selten vor, doch können solche auch nach Fig. 7 angebracht werden. Bei großen und schweren Thorflügeln kommt es besonders auf eine sichere Befestigung des *oberen* Hakens an, weil das Gewicht der Thür ein Bestreben äußert, diesen horizontal aus seiner Befestigung herauszureißen, während bei dem *unteren* Haken gerade umgekehrt eine Pressung vorhanden ist, die ihn tiefer in das Gewände einzudrücken das Bestreben hat, welchem Bestreben der Haken leicht widersteht.

Die Spitzhaken werden aus einem Stück geschmiedet, und man hat darauf zu achten, daß das Eisen da, wo es umgebogen ist, keine Risse oder Sprünge zeigt. Bei den Stützhaken wird der aufrecht stehende Arm und die Stütze gewöhnlich aus einem Stück geschmiedet und der wagrechte Arm um dieses herumgelegt und angeschweißt. Die gute und sorgfältige Arbeit, wozu natürlich auch eine glatte und runde Form des Teiles, der als Drehachse dient, gehört, ist leicht zu erkennen. Sollen die Haken eingemauert oder eingegipst werden, so müssen sie vorher mit einem schützenden Überzuge von Pech oder Leinöl u. s. w. versehen werden, damit sie nicht rosten.

Die *Bänder*. Die Form, Stärke und Befestigung der Thürbänder ist abhängig von der Konstruktion, Größe, Schwere und dem besonderen Zweck der Thüren. Die Bänder werden entweder auf das Holz aufgelegt oder in dasselbe eingelassen und entweder mit Nägeln oder besser mit Holzschrauben befestigt. Bei der Anwendung von Nägeln gilt die Übung, diese von einer Länge zu nehmen, daß sie das Holz durchdringen und noch 1 bis 2 cm darüber vorstehen, welche Spitzen umgebogen und in das Holz eingeschlagen werden. Dadurch ist das Ablösen des Bandes von der Thür erschwert, da die Nägel nicht herausgezogen werden können. Besser sind Schrauben, und bei sehr schweren Thüren Schraubenbolzen, bei denen sich Muttern an der *inneren* Seite der Thür oder des Thores befinden müssen, um von Außen ein Lösen zu verhindern.

Die am meisten gebräuchlichen Bänder, deren Benennungen von ihren Formen herrühren, sind:

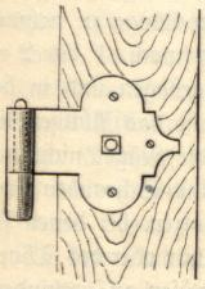
Das *gerade Band*, *Langeband*, das auch „kurzes" oder „langes" gerades Band, je nach seinen Längenverhältnissen, genannt wird. Auf Tafel 100 zeigt Fig. 3 das kurze, Fig. 1 bis 2 das lange ordinäre gerade Band. Diese Bänder werden bei der einfachsten Gattung von Thüren, die aus Latten oder einer einfachen oder doppelten Schicht Bretter bestehen, Tafel 88, Fig. 1 bis 7, verwendet und auf die Querleiste, wie Fig. 1, Tafel 100 zeigt, aufgesetzt. Dieses Band ist mit einem Nietnagel und mit Nägeln befestigt.

Das *gerade gekröpfte Band*, Fig. 4 bis 5, findet da seine Anwendung, wo der Thürflügel weit hinaus oder um ein Eck herumschlagen soll, wie dies in Fig. 5 punktiert angedeutet ist. Dieses Langeband hat im Mittelalter eine sehr reiche ornamentale Ausbildung durch Ranken und Blätterwerk erfahren, die nicht selten so weit ging, daß die Thür gewissermaßen nur als Unterlage oder Träger dieser reichen Schmiedearbeit diente. Um daher diesen Thürschmuck entsprechend zur Geltung zu bringen, wurde er bei äußeren Thüren stets an der Außenseite angebracht, während sonst die Bänder, um deren Ablösen zu verhindern, gewöhnlich an der inneren Seite angeschlagen werden. Fig. 11, Tafel 100, und Fig. 2 und 6, Tafel 102, zeigen Beispiele vom verzierten geraden Band samt Drücker, Fig. 4. Das *Bockshornband*, Fig. 12, Tafel 100, ist ein veraltetes, selten mehr gebräuchliches Band.

Für gestemmte Zimmerthüren werden in der Regel *Schippebänder*, *Fischbänder* und *Aufsatzbänder* (Kantenbänder) verwendet. Die gewöhnliche Zimmerthür erhält zwei oder drei, die Salonthür von größerer Höhe drei oder vier solcher Bänder für je einen Flügel. Da diese Bänder nur die vertikale Thürrahme fassen, so werden bei besonders breiten und schweren Thüren noch eiserne Winkel an den vier Ecken der Thürrahme eingelassen und

aufgeschraubt zur Unterstützung der Holzverbindung und um der Formänderung der Thür vorzubeugen. Solche Winkel erhalten 15 bis 18 cm Schenkellänge bei 3 cm Breite und 2 bis 3 mm Dicke.

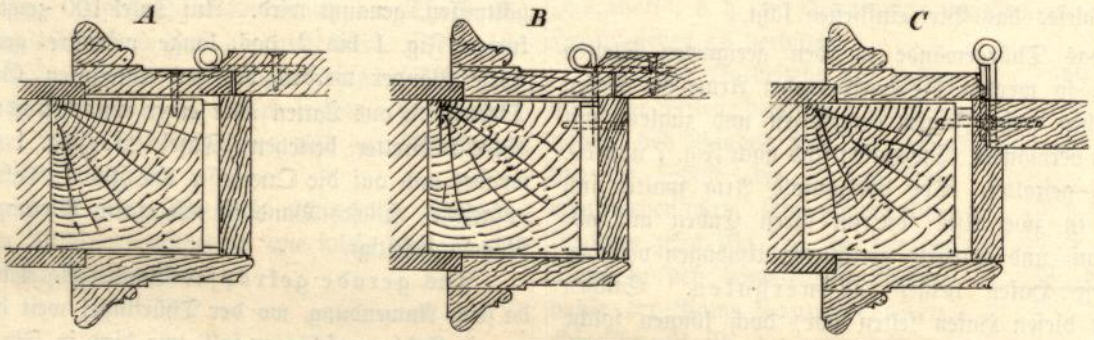
Fig. 762.



Das Schippeband ist in Fig. 13 bis 14, Tafel 100, und Fig. 762 dargestellt. Der Haken, Fig. 14, der in Fig. 15, Tafel 100, besonders dargestellt ist, wird nur bei ordinären gestemmten Thüren verwendet; bei besseren Beschlägen wird das Band auf einen sogenannten Plattenkloben, Fig. 16, Tafel 100, aufgesetzt. In Fig. 13 erscheint das Schippeband bloß aufgeschraubt, es wird jedoch zur besseren Befestigung nicht selten mit einem Nietnagel oder einem Schraubenbolzen versehen, Fig. 762. Das Band kann aufgesetzt oder eingelassen werden, in welch letzterem Fall es eine ganz einfache Form, und zwar die des Rechteckes, erhält, wie in Fig. 16, Tafel 100. Ein reich dekoriertes Band dieser Gattung ist in Fig. 3, Tafel 102, dargestellt, nebst Schlüsselschild mit Drücker, Fig. 5.

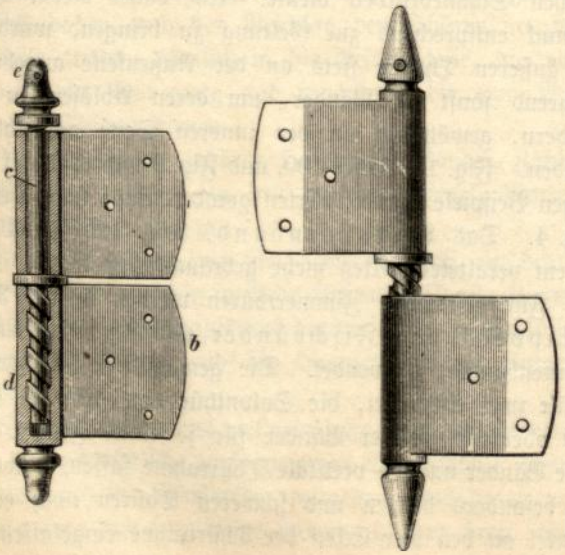
Das Fischband ist in Fig. 18, Tafel 100, in der Ansicht und in Fig. 19 im senkrechten Durchschnitt gezeichnet. Das Band besteht aus zwei Lappen a und b, die um einen Dorn zu Hülsen umgebogen sind. Die Hülse des unteren Lappens ist mit den Nieten cc mit dem Dorn d fest verbunden, während sich die obere Hülse um diesen Dorn dreht. Um das Abreiben der Hülsen unter sich zu vermeiden, wird der Dorn f in die obere Hülse geschraubt oder mit Nieten verbunden, so daß Dorn auf Dorn läuft und zwischen beiden Bandhülsen ein Spielraum bleibt. Die Fig. 16 und 17, Tafel 100, und Fig. 763 A und B zeigen die Verwendung des Fischbandes. Es wird nämlich der obere Lappen in die Thürkante eingestemmt, und der untere Lappen entweder senkrecht in die Thürverkleidung

Fig. 763.



eingestemmt oder auf der Thürverkleidung eingelassen und mit versenkten Schrauben befestigt. Die letztere Anordnung giebt meistens eine solidere Befestigung, und bei sorgfältiger Arbeit bemerkt man den Lappen nach erfolgtem Anstrich der Thürverkleidung nicht mehr.

Fig. 764.

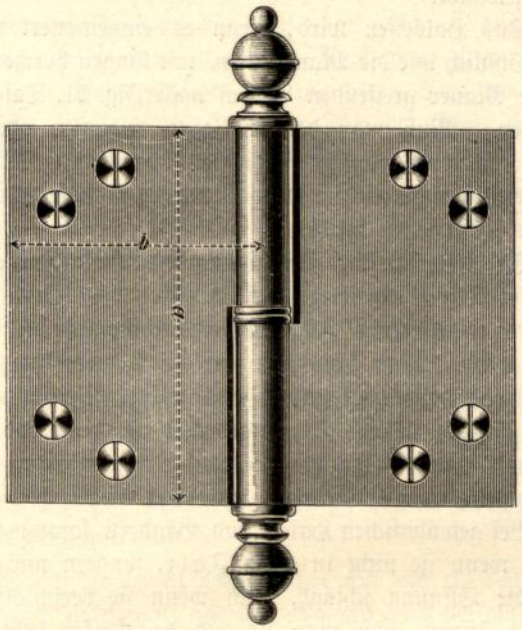


Eine besondere Ausbildung des Fischbandes zeigt Fig. 764 (Patent Adolf Otto Rott in Frankfurt a. M.); es ermöglicht mittels eines Schneckengewindes, das an einem losen Dorn und in dem unteren am Thürpfosten zu befestigenden Lappen angebracht ist, daß sich die Thür beim Öffnen hebt und durch die eigene Schwere wieder selbstthätig schließt, so daß besondere Thürschließvorrichtungen nicht erforderlich werden.

Schlagen die Thüren in vollen Falz, so müssen die Bänder derart gestaltet sein, daß der Drehpunkt so weit vor der Thürfläche liegt, daß der Flügel herumgeschlagen werden kann, damit er sich an die Wand anlegt. Diese Bänder heißen im allgemeinen Aufsatzbänder; sie sind entweder abgekröpfte Bänder, die auf Thür und Verkleidung aufgeschraubt werden, oder sie werden auf den Kanten aufgeschraubt, Fig. 763c, wie z. B. Spenglers

Exaktband, Fig. 765, das aus dem Vollem gearbeitet, d. h. gebohrt ist, auf Stahlringen läuft, und leicht geölt

Fig. 765.



werden kann, Fig. 766. Auch die sogenannten Paumelle-bänder, Fig. 767, die insbesondere in Frankreich heimisch sind, gehören zu den Aufsatzbändern, Kantenbändern.

Fig. 766.

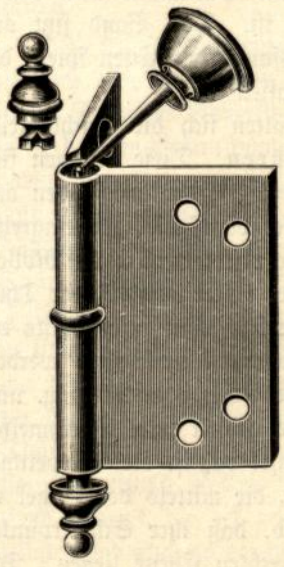


Fig. 767.

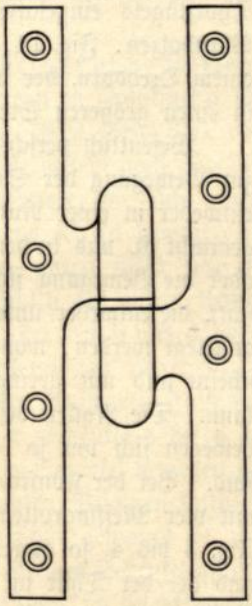
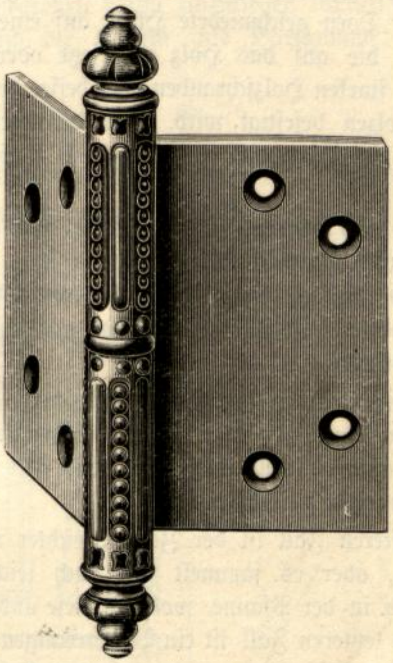


Fig. 768 zeigt noch ein Spengler'sches Exaktband mit reich dekoriertem Gewinde.

Das Scharnierband, das bei Bauarbeiten wenig Verwendung findet, ist in Fig. 20, Tafel 100, in der Ansicht, und in Fig. 21 im Grundriß, und zwar angeschlagen, dargestellt. Dieses Band besteht aus zwei Lappen und einem Dorn, wobei die ersteren gewöhnlich so dick wie der letztere gemacht werden. Der Mittelpunkt des Dornes muß genau in die Fuge der miteinander zu verbindenden Teile gesetzt werden. Der Dorn kann lose

Fig. 768.



oder fest sein, je nachdem die Thüren ausgehängt werden sollen oder nicht. Das Scharnierband wird in verschiedener Stärke angefertigt und bei inneren Laden, Tapetenthüren, Thüren von Möbeln u. s. w. verwendet.

Das Winkelband, Fig. 1 und 4, Tafel 101, findet bei schweren Thüren, Hausthüren, Thoren u. s. f. seine Verwendung, indem das Band den Verbindungsstellen der Rahmen noch zu Hilfe kommt, welche es zusammenhält und unveränderlich macht. Zur Befestigung werden am besten Mutterschrauben genommen. Da das Gewicht de Thür besonders am Lappen a, Fig. 1, hängt, so ist dieser breiter als das Band angenommen und letzteres über denselben gekröpft. Der Kloben, auf dem das Band ruht, besteht aus einem um einen Dorn geschmiedeten verdoppelten Lappen, Fig. 3 und 7, der recht hoch angenommen wird und den man weit in das Gewände eingreifen läßt.

Um bei schweren Thüren das Gewicht auf mehr als zwei Stützpunkte zu bringen, ordnet man in der Mitte der Thürhöhe ein weiteres Band an, das man Kreuzband nennt, Fig. 2 bis 3 und 5 bis 6, Tafel 101. Dabei ist der Lappen a wie beim Winkelband zu einer Hülse umgebogen, in die ein kurzer Dorn, Fig. 6, eingeschraubt ist, so daß

nur die beiden Dorne, wie beim Fischband, aufeinander reiben, während zwischen der oberen Bandhülse und der unteren des Klobens ein kleiner Spielraum bleibt. Eine andere Konstruktionsweise des Kreuzbandes, bei dem der Lappen a oberhalb des Bandes sitzt, ist in Fig. 8 bis 9 dargestellt. Ferner zeigt Fig. 11 einen bei Thoren gebräuchlichen Haken, wenn die Befestigung in Stein vorzunehmen ist, während Fig. 10 einen solchen zeigt, bei dem die um den Dorn geschmiedete Hülse auf eine Eisenplatte genietet ist, die auf das Holz aufgesetzt oder eingelassen ist, und mit starken Holzschrauben oder besser durchgehenden Schraubenbolzen befestigt wird. Ein dekoriertes Winkelband sowie ein Kreuzband sind in Fig. 1, Tafel 102, dargestellt.

Große und schwere Thore pflegt man auf andere Weise beweglich einzurichten, indem man statt des unteren Hakens und Bandes einen Zapfen mit Pfanne und statt des oberen Hakens einen Zapfen mit einem Halsbande anbringt.

Am untern Teile der Thür kann man den Zapfen entweder an der Thür oder an der Schwelle der Thüröffnung anbringen, und man muß dann mit der Pfanne diesem angemessen verfahren.

Im ersteren Fall ist der Zapfen leichter in Schmiere zu erhalten, aber es sammelt sich auch leicht Schmutz, Sand u. s. w. in der Pfanne, wodurch diese und der Zapfen leiden. Im letzteren Fall ist ein Verunreinigen der Pfanne zwar nicht zu befürchten, aber auch ein Schmieren des Zapfens unausführbar. Ein richtiges Abwägen dieser Vor- und Nachteile wird übrigens hier immer den Ausschlag geben für die zu treffende Anordnung.

Soll der Zapfen in der Schwelle der Thüröffnung befestigt werden, so ist besonders dessen Drehen und Verschieben zu verhindern, ein Herausziehen aber nicht zu befürchten. Man wird daher dem Zapfen, etwa nach Fig. 22 bis 23, Tafel 101, nach unten zu einen Dorn und in der Oberfläche der Schwelle zwei oder vier horizontale Lappen mit nach unten umgebogenen Enden geben können, und dann Dorn und Lappen in den Stein einlassen und vergießen. Auf ganz ähnliche Weise kann man auch die in Fig. 19 dargestellte Pfanne in die Schwelle einlassen und befestigen, weil auch diese nur gegen Drehung und Verschiebung zu schützen ist.

Soll der Zapfen oder die Pfanne an der Wendesäule des Thores befestigt werden, so erhalten diese Beschlagteile statt der Lappen aufwärts gerichtete Federn, zwei, drei, auch vier an der Zahl; diese werden in das Holz eingelassen und durch Holzschrauben oft mit versenkten Köpfen befestigt. Fig. 17 bis 18, Tafel 101, zeigen einen solchen mit Federn versehenen Zapfen.

Oberhalb befestigt man den Zapfen (der oft nur an die Wendesäule angeschnitten ist und dann ein Hals heißt) immer an der Wendesäule und das Halseisen an dem Thorgewände.

Das Halseisen wird, wenn es eingemauert werden kann, ähnlich wie die Mauerhaken, mit langen horizontalen, in die Mauer greifenden Armen nach Fig. 21, Tafel 101, versehen. Muß man dasselbe aber eingießen oder eingipsen, so wird man selten die wünschenswerte Sicherheit der Befestigung erreichen, weshalb die erstere Befestigungsart immer vorzuziehen bleibt.

In Holz ist die Befestigung der Halseisen großer, schwerer Thore schwierig, weil der aus dem Gewicht des Thores resultierende Zug auf ein Abbrechen des Halseisens wirkt. Man kann hier nur durch vermehrte Stärke des Eisens helfen und durch eine solide Befestigung, wie sie in Fig. 20, Tafel 101, angedeutet ist; denn das Halseisen mit einer Stütze wie die Haken zu versehen, würde unnütz sein, weil es niemals etwas zu tragen hat.

Bei gewöhnlichen Haken und Bändern kann man eine Thür, wenn sie nicht in einen Falz, sondern nur stumpf vor die Öffnung schlägt, auch wenn sie verschlossen ist, dadurch öffnen, daß man sie aus den Haken hebt. Um dies zu verhindern, pflegt man wohl den oberen Haken verkehrt einzuschlagen, oder man schlägt einen Stift über den Haken, so daß ihn das Band nicht verlassen kann.

Die Fig. 12 bis 13, Tafel 101, zeigen eine Konstruktion, wonach ein starkes Winkelband auf den Kanten des Thorflügels eingelassen und mit Schrauben und einem Plattbolzen, Fig. 14, befestigt ist. Das Band sitzt auf einem Drehdorn, der in einer Pfanne von Eisen spielt, die in einen größeren Stein eingelassen ist.

Wesentlich verschieden gestalten sich die Beschlagteile zur Bewegung der Schiebethüren. Diese bewegen sich entweder in einer Nut, „Schiebefalz", der am Boden angebracht ist, und in den die Feder der Schiebthür eingreift, oder die Bewegung findet weniger schwerfällig auf Rollen statt, die entweder unterhalb oder besser oberhalb der Thür angelegt werden, wodurch diese als eine aufgehängte erscheint und mit geringer Anstrengung verschoben werden kann. Die Rollen bestehen aus Eisen oder Messing, und bewegen sich um so leichter, je größer ihre Durchmesser sind. Bei der Konstruktion, Tafel 94, ist die Doppelthür mit vier Messingrollen versehen, die mittels der Bügel n, Fig. 3 bis 4, so angebracht sind, daß ihre Schwerpunkte und der der Thür in einer lotrechten Ebene liegen. Die Rollen, an denen das ganze Gewicht der Thür hängt, bewegen sich auf der Laufschiene o, die stellenweise eine seitliche Befestigung mit Winkeln an dem Überlagholz p erhält. Während die eine Hälfte des gestemmten Thürfutters, Fig. 4, befestigt wird, ist die andere Hälfte q mit

Scharnierband anzuschlagen, damit sie bei etwa nötig werdender Reparatur aufwärts geklappt werden kann.

Am unteren Ende der Thür wird die „Führung", so weit die Thüröffnung reicht, weggelassen und nur innerhalb des Wandschlitzes nach Fig. 769 angebracht. Die Führung selbst kann aus einer T-Schiene oder Winkelschiene gebildet werden, deren Steg nach oben vorsteht und in einen Falz der Thür eingreift. Dabei läßt man die Nut an der Thür so tief ausstoßen, daß diese nicht auf der Schiene aufsitzt, sondern sich nur die Backen der Nut an der Schiene reiben. Ein in das Holz eingelassener Riegel, „Kantenriegel", verhindert das Hin- und Herfedern der geschlossenen Thüren.

Fig. 769.

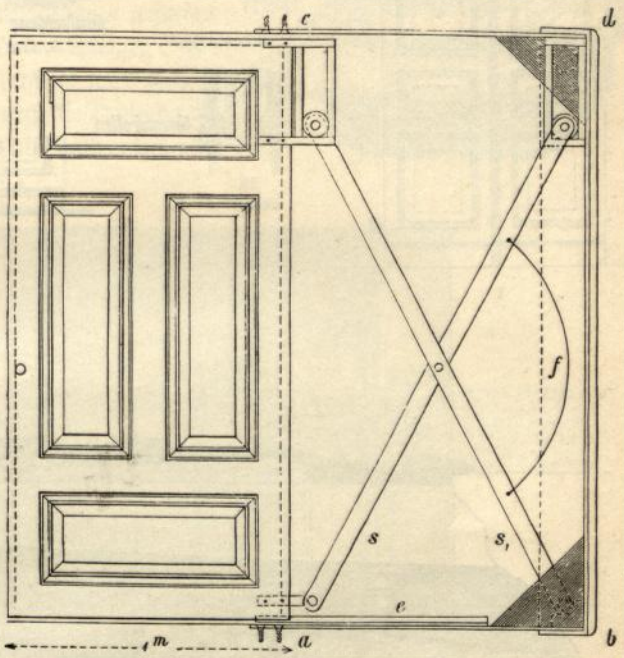
Eine andere Art der Führung besteht in der Herstellung eines Schlitzes, Fig. 7, Tafel 94, der mit Eisenblech ausgefüttert wird, und in dem eine an der Thür eingesetzte eiserne Feder läuft. Der Schlitz muß gehörig tief gemacht werden, damit er nicht zu schnell durch Staub u. s. w. verstopft wird.

Damit die beiden Thürhälften nur auf ein bestimmtes Maß und nicht ganz aus den Mauerspalten herausgezogen werden können, sind an den Rahmen Leisten aufgeschraubt, Fig. 8 und Fig. 2, Tafel 94, die beim Schließen der Thüröffnung sich an das Thürfutter anstemmen und ein vollständiges Herausziehen der Thür aus dem Mauerschlitz verhindern. Ebenso kann man mittels Haken dem in die Höheheben der geschlossenen Thüren entgegenwirken.

Die Konstruktion einer „Schiebethür ohne Rollen" ist nach dem Patent von Sauerwein in Frankfurt a. M. in der Deutschen Bauzeitung, Jahrg. 1879, Seite 316, von E. Puls in Berlin publiziert. Diese besteht nach Fig. 770 darin, daß statt der Rollen eine Schere, die sich innerhalb eines schmiedeeisernen Rahmens a b c d bewegt, die Führung der Thür bewirkt. Nur unten führt sich die Thür in gewöhnlicher Weise im Schlitz auf einem kleinen ⊥-Eisen e. Am eisernen Rahmen, der bei b und d durch in unserer Zeitung schraffierte Winkelplatten abgesteift ist, hat der Scherenschenkel s_1 bei b den drehbaren Haltpunkt für das ganze System, während der Schenkel s bei a die Thür trägt. Die oberen Enden der Schenkel bewegen sich parallel mittels Rollen in sogenannten Prismen-Kulissen. Eine Feder f, die bei geschlossener Thür gespannt ist, und selbstredend auch an der gegenüberliegenden Schenkelöffnung angebracht werden kann, hält die Schere im Gleichgewicht. Bei der Aufstellung wird das ganze System, an dem die Thür schon angeschlagen ist, in den Mauerschlitz geschoben, richtig gestellt und mit starken Schrauben bei a und c beziehungsweise unten und oben befestigt.

Wesentlich einfacher, billiger und sicherer im Betrieb sind die neueren Beschläge, von denen insbesondere die patentierten Schiebethürbeschläge von G. Weikum[1]) zu nennen sind. Hier sind statt der Rollen Kugeln verwendet, die unten oder oben befestigte Laufschienen in drei Punkten berühren; hierdurch erfährt die Reibung im Vergleiche zu Rollen eine sehr bedeutende Verminderung, die sich dadurch noch weiter abschwächt, daß die Kugeln, lose beweglich, die scharf begrenzte Bahn zurücklegen können. Für leichte Thüren sind die Kugeln aus Hartgummi, für schwere

Fig. 770.



Thore aus Gußstahl gefertigt. Der Beschlag kann sowohl oben als unten angebracht werden; zur ersteren Anordnung ist von Oberkante der Thür ab eine Höhe von 10 cm erforderlich, ein Maß, so gering, wie es wohl bei keinem anderen Beschlag erreicht ist. Der bewegliche Theil der Thür sitzt durch zwei unter einem Winkel geneigte Flächen auf den Kugeln auf, und diese werden durch eine hochkantig stehende Flachschiene unterstützt.

In Fig. 771 stellen Abbildung I bis V die Anordnungen für innere leichte Schiebthüren dar; die obere bewegliche, mit einer Rinne versehene Führung ist aus L-Eisen oder Hartguß auf die Breite der Thürflügel hergestellt. Außenthore und schwere Schiebthüren haben Gußstahlkugeln, Abbildung VI bis X, die nähere Erläuterung wohl nicht bedürfen.

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1887.

Eine abweichende Konstruktion zeigen die Röhren-Schiebe-Thürgehänge, Fig. 772,[1]) mit Mc. Cabe-Patent-kugellager, Fig. 773, die in England und Amerika vielfach Verwendung finden, und denen außer einem leichten, Bauarbeiten das Befestigen der Schiebrohre in einigen Minuten zu bewerkstelligen.

Das Beschläg findet auch Verwendung bei sehr großen Öffnungen zu sogenannten Klapp-Schiebe-Thüren, Fig. 774,

Fig. 771.

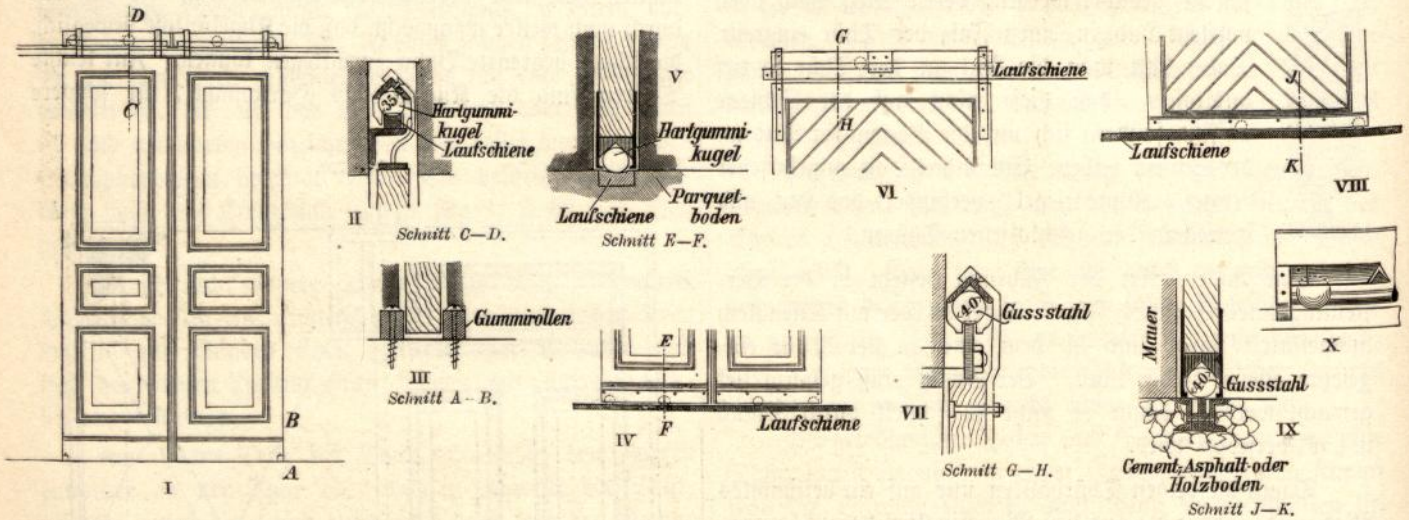
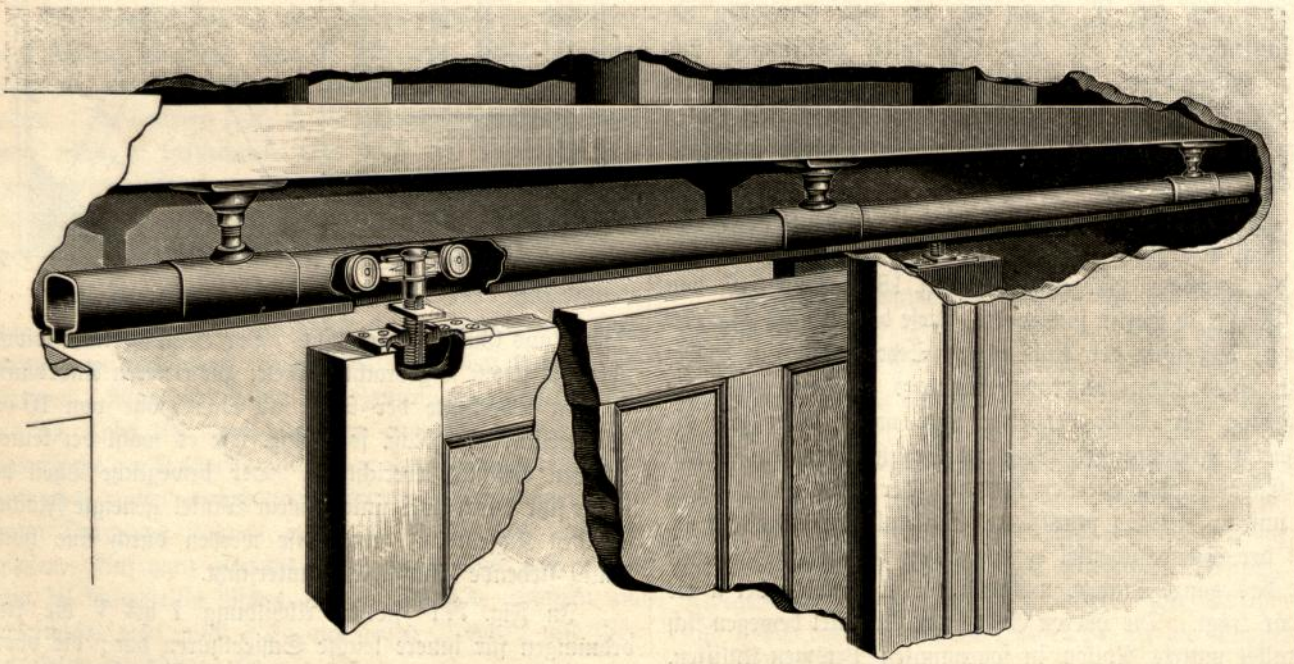


Fig. 772.



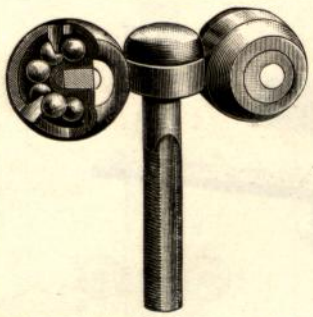
sicheren und geräuschlosen Gang insbesondere nachgerühmt wird, daß die beiden dünnen Wandseiten mit dem Bau aufgeführt werden können, und es bloß eines Balkens bedarf, der oben einzulegen ist, um nach Vollendung aller die den großen Vorteil bieten, daß sie, außer Gebrauch, sich zusammengeklappt flach an die Wand legen, und daher nicht störend in die Zimmer hineinragen.

Pendelthüren, Windfangthüren, durchschlagende Thüren, haben den Zweck, die Zugluft von dem abgeschlossenen Raume fernzuhalten und rasches Entweichen der Wärme

1) Vertreter: Martin Kimbel in Breslau.

zu verhindern, wobei sie aber einen möglichst bequemen ungehinderten Durchgang nach beiden Richtungen gestatten müssen. Sie bewegen sich deshalb nicht nur nach einer

Fig. 773.



Seite, sondern nach beiden Seiten; sie müssen einem leichten Druck nachgeben, sich sofort nach Nachlassen des Druckes wieder schließen, wobei sie einige Male nach beiden Seiten ausschlagen oder pendeln.

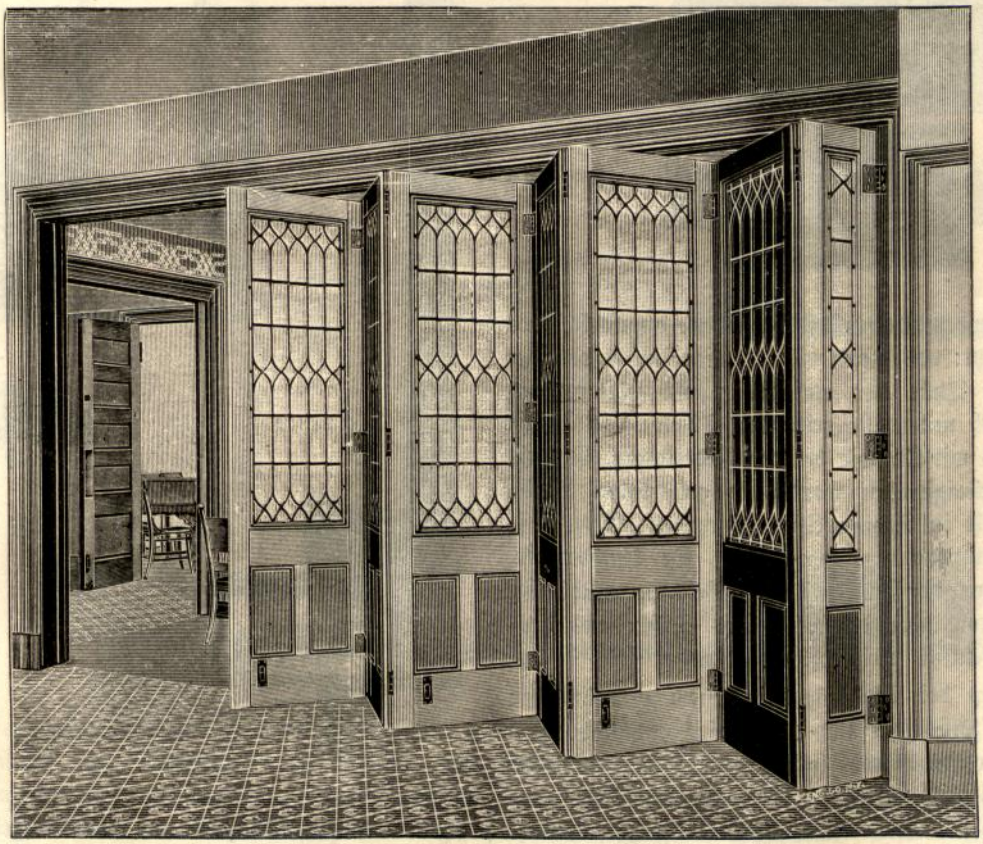
Zur Erreichung des Zweckes werden entweder Federn oder schiefe Ebenen als treibende Kraft verwendet. Früher wurden fast ausschließlich die Pendelthüren mit Winkelbändern auf den Kanten angeschlagen, von denen das untere mit einem Zapfen in einen Federkasten eingreift, der im Boden eingelassen ist, Fig. 775.

Die Federkasten sind nur wenig dauerhaft, erfordern viel Unterhaltung, und werden besser durch Konstruktionen ersetzt, bei denen das Gewicht der Thür als treibende Kraft verwendet wird.

Fig. 776 [1]) giebt Franz Spenglers „Dauerpendel“ (D. R. P.). Der Thürflügel ruht auf einem Drehzapfen, der das Steigen des Flügels um etwa 25 mm gestattet. Das Steigen des Zapfens wird bewirkt durch die Drehung der Thür nach rechts oder links, indem sich zwei Spreizstützen, ähnlich wie bei der Hebelpresse, aus der schrägen Lage beim Ruhezustande bis beinahe zur senkrechten Lage bei geöffneter Thür aufrichten. Die Spreizstützen sind zwischen zwei Drehscheiben

Fig. 775.

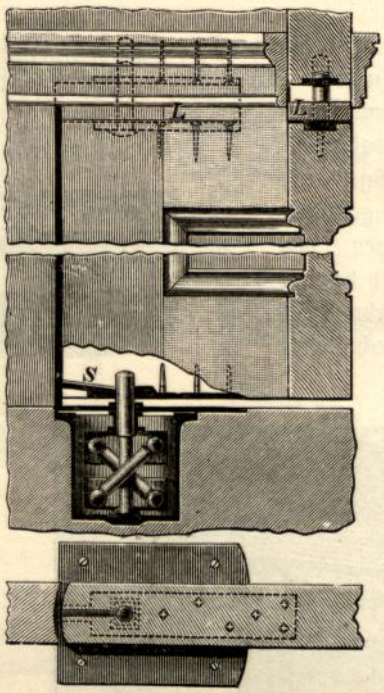
Fig. 774.



1) Deutsche Bauzeitung 1892.

zentrisch um den Stützzapfen herum gelagert; von den beiden Drehscheiben wird entweder die obere oder die untere durch einen Mitnehmer gedreht, je nachdem die Thür rechts oder links durchschlägt. Der ganze Beschlag ist in ein in den Fuß-

Fig. 776.



boden einzulassendes, oben mit Messingdecke abgeschlossenes Gehäuse eingesetzt; das durch die Schmierrinne S von der Hinterkante der Thür her einführbare Öl schmiert auf seinem Lauf nach unten alle reibenden Theile; das Füllen des Eisenkastens mit Öl, wie bei den Federkasten, ist nicht nötig. Die Schrägstreben werden in gehärtetem Stahl, die übrigen Teile in Schmiedeisen, Gußeisen, Bronze, je nach ihrer Beanspruchung, hergestellt. Es leuchtet ein, daß das Aufsperren der Thüren für den Beschlag unschädlich ist und daß Frost oder die Nässe des Fußbodens denselben nicht wesentlich beeinflussen.

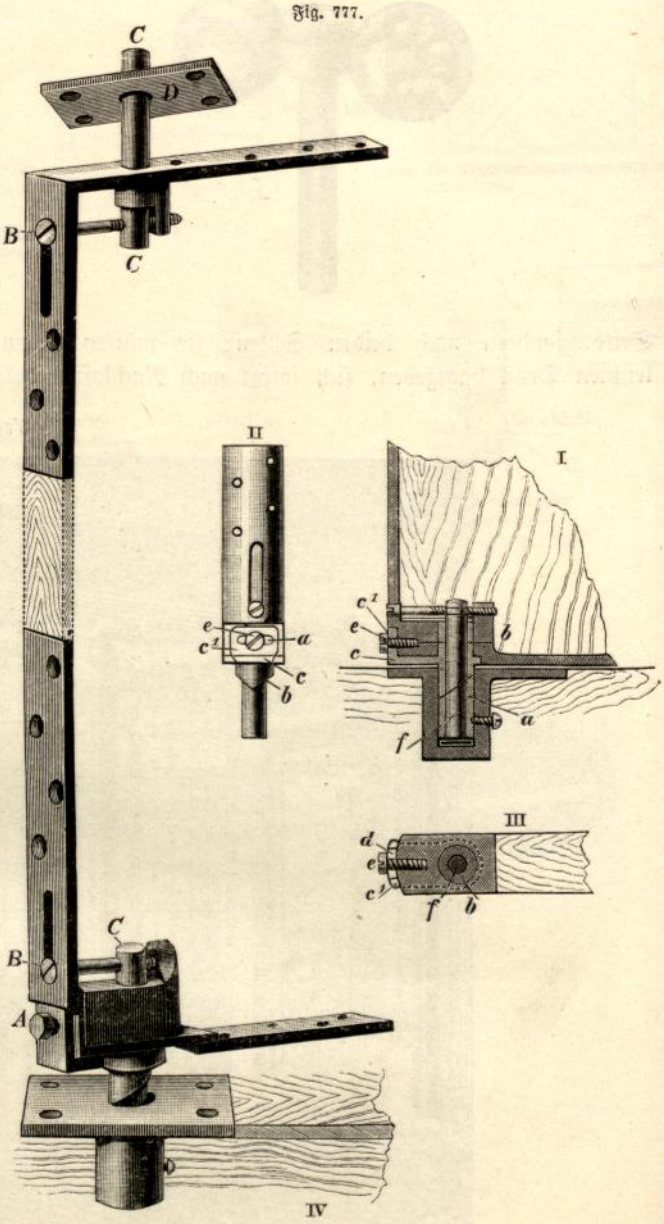
Oben hängt der Thürflügel in einem gewöhnlichen Zapfenbande. Falls der für die nötige Hubhöhe von etwa 25 mm oben erforderliche Spielraum geschlossen werden soll, so wird auf die oberen Zapfenbänder eine Latte L in der Stärke der Thür aufgelegt, welche sich beim Heben der Thür in eine entsprechende Aussparung des Kämpfers hineinschiebt und beim Senken wieder mit herabgeht.

Fig. 777 [1]) giebt den Pendelthürbeschlag von Bruno Mädler in Berlin, der folgendermaßen beschrieben wird.

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1892.

In I ist die untere Hülse a unbeweglich in einer Pfanne eingelassen und mit einer Schraube befestigt, während die obere Hülse b mit einem Arme c verbunden ist, der in einer Aussparung der unteren Fläche der Thür liegt und

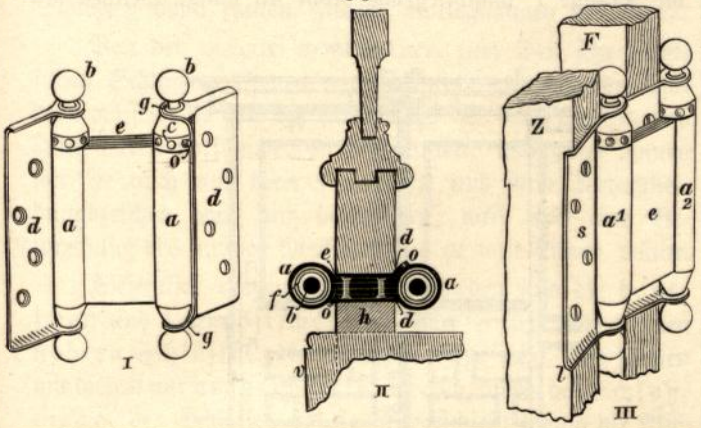
Fig. 777.



diese nach der Rückseite mit dem aufgebogenen Teil c′ umfaßt. Mit Hilfe dieses Armes cc′ läßt sich die obere Hülse b drehen. In dem aufgebogenen Teil c′, II, ist ein Schlitz d vorgesehen, welcher sich bei der Verstellung unter der Schraube e verschiebt. Durch Anziehen der letzteren läßt sich der Arm cc′ und also auch die Hülse b in gewünschter Lage feststellen. Es wird also durch die Verstellbarkeit der Hülse b eine genaue Regulierung der

Thür ermöglicht, damit dieselbe stets gerade Flucht hält, was bei vielen anderen Systemen nicht geschehen kann und namentlich bei neuen Thüren, die sich leicht etwas

Fig. 778.

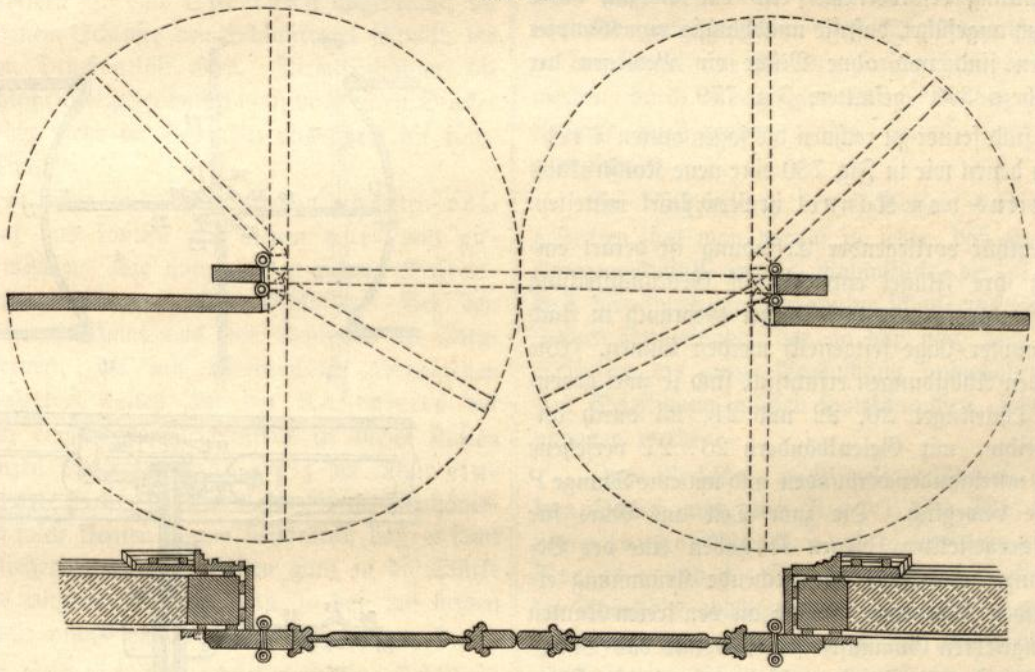


und zumal hier, wo so leicht Staub und Schmutz zwischen die reibenden Flächen tritt und ein gründliches Ölen sehr schwierig ist. Vorkehrungen, dieses zu ermöglichen, scheinen nicht getroffen zu sein.

Vortrefflich bewährt haben sich Thürbänder mit Federeinlagen, von denen wir in Fig. 778 [1]) „Bommers Spiralfeder-Pendelthürbänder" mitteilen.

In den Hülsen a (I und II) befinden sich um Kerne b gewundene Spiralfedern f, die mit einem Ende an der Hülse a, mit dem anderen am Kernbolzen b befestigt sind. Die Lappen d sind bei g umgebogen und bilden mit dem dort durchgehenden Bolzen b das Scharnier. Die Bolzen b lassen sich durch die Scheiben c (I) mittels in die Löcher o einzusteckender Dorne drehen, wodurch die Federn gespannt werden. Sind die Federn genügend gespannt (nach dem Anschlagen), so steckt man an Stelle der Spanndorne einen kleinen, etwas vortretenden Stift o (I und II) in

Fig. 779.



ziehen und werfen, wünschenswert ist. Der Stahlzapfen f, III, welcher mittels einer Kopfschraube herausgenommen werden kann, verleiht dem Triebwerk eine sichere Führung und ermöglicht ein leichtes Ein- und Aussetzen der Thür. Außerdem werden noch als besondere Vorteile angeführt die Anwendbarkeit des Beschlages in gleicher Größe für alle Thüren, ob leicht oder schwer, geräuschloser Gang, keine Abnutzung, selbst nach jahrelangem Gebrauch u. s. w. Letzterer Vorzug scheint jedoch sehr zweifelhaft zu sein, weil alle Metalle, selbst bester Gußstahl, bei Reibung aufeinander der Abnutzung in hohem Grade unterworfen sind, eines der Löcher. Dieser Stift legt sich gegen die anzuschraubenden Lappen d (I) und bewirkt, daß die Feder durch die Bewegungen der Thür mitbewegt wird. Beim Durchschlagen der Pendelthür wird immer die Feder gespannt, nach deren Seite die Thür geöffnet wird. Wenn z. B. III Z das Futter und F den Thürflügel darstellt, so ist jetzt die in der Hülse a_1 steckende Feder gespannt, während der Steg e sich gegen die Thür F legt. Schlägt nun die Thür nach vorn durch, so legt sich der Steg e

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1898.

an das Futter Z (auf die Fläche s), worauf die Feder in der Hülse a_2 gespannt wird.

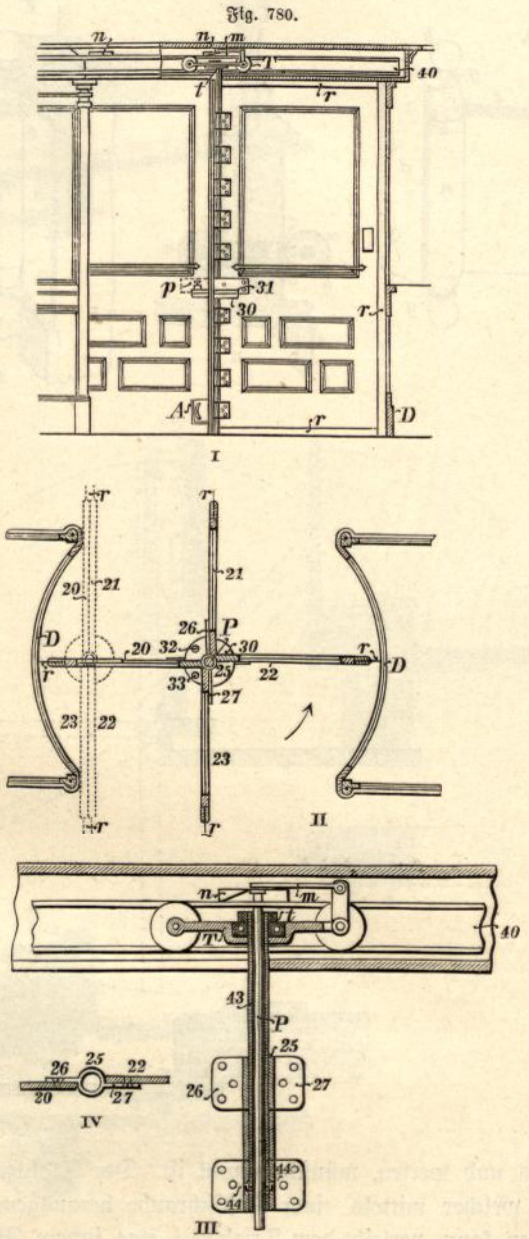
Jeder Thürflügel erhält zwei solcher Bänder, die genau senkrecht übereinander liegen müssen. Außer diesen Doppelbändern für durchschlagende Thüren giebt es auch einfache, ähnlich eingerichtete für anschlagende Thüren, die dort Verwendung finden können, wo man sonst eine Zuwerffeder anbringen müßte.

Diese Doppelfederbänder werden wie gewöhnliche Scharniere angeschlagen, müssen aber so tief eingelassen werden, daß zwischen den beiden Lappen d (II) noch der Steg e Platz findet. Daher sind die Lappen bei l (III), um das Hirnholz zu verkleiden, umgebogen. Die Bänder verunzieren die Thüren nicht, doch empfiehlt es sich, neben der Thür noch einen schmalen in II schraffierten Streifen h (in tiefen Futtern) anzubringen; denn die Federhülsen a haben bei mittleren Thüren etwa 3 cm Durchmesser und machen, wenn die Verkleidung v bis an die Thür reicht, eine unschöne Ausklinkung erforderlich. Als ein Vorzug dieser Bänder sei noch angeführt, daß sie unabhängig von Kämpfer und Fußboden sind und ohne Mühe ein Bewegen der Thür um nahezu 360° gestatten, Fig. 779.

Hierher sind ferner zu rechnen die sogenannten Drehthüren, von denen wir in Fig. 780 eine neue Konstruktion von Theophilus von Kannel in New York mitteilen.

Die Drehthür vorliegender Erfindung ist derart eingerichtet, daß ihre Flügel entweder in Gebrauchstellung kreuz- oder strahlenförmig oder außer Gebrauch in flach zusammengeklappter Lage festgestellt werden können. Wie aus beistehenden Abbildungen ersichtlich, sind je zwei gegenüberstehende Thürflügel 20, 22 und 21, 23 durch aneinander gereihte, mit Gelenkbändern 26, 27 versehene Rohrstücke 25 miteinander verbunden und um eine Stange P als Drehachse beweglich. Die zum Teil aus Glas für Schauzwecke hergestellten Zargen D haben eine der Bewegungsrichtung der Flügel entsprechende Krümmung erhalten und bilden Führungen für die an den freien Kanten der Flügel eingesetzten Gummistreifen r, welche das Durchtreten von Zugluft und Staub verhindern und die Möglichkeit von Fingerquetschungen zwischen den Flügeln und Verkleidungen ausschließen sollen. An den Flügeln befinden sich ferner zwei übereinander liegende Scheiben 30, 31, von denen je eine an einem Paar in parallelen Ebenen liegender Flügel befestigt ist. Die Scheibe 30 besitzt zwei um 90° auseinander liegende Löcher 32, 33, in welche ein in der Scheibe 31 befindlicher Vorsteckstift p eingesteckt werden kann. Je nach Eintritt des Stiftes in eines der Löcher erfolgt eine Feststellung der Flügelpaare in rechtwinkeliger bezw. gekreuzter Lage gegeneinander oder in Parallelstellung (wie punktiert in II angedeutet). Um die Flügel zur Seite schieben zu können, ist an der Decke eine Führung angeordnet, welche aus einem auf Schienen 40 laufenden vierräderigen Wagen T besteht. Derselbe trägt einen mit Kugellager versehenen Drehzapfen t, an dem das die Stange P umschließende Rohr 43 hängt, welches mit

Fig. 780.



einem der an den Flügeln befestigen Rohrstücke 25 durch einen Stift 44 verbunden ist. In den Endstellungen wird der Wagen außerdem durch eine mit Anschlägen n zusammen wirkende, federnde Klinke m festgestellt, welche durch Anheben der Stange P mittels eines Hebels bei A (I), ausgelöst werden kann.[1])

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1899.

§ 7.

Beschlagteile zum Verschluß der Thüren.

Hierzu dienen bekanntlich hauptsächlich die verschiedenen Schlösser, dann Fallen, Riegel, Vorlegstangen u. s. w.

Von den vielerlei verschiedenen, zum Teil sehr künstlichen Schlössern können wir hier nicht weiter reden, sondern müssen uns auf die gewöhnlich bei den Zimmer- und Hausthüren vorkommenden beschränken, und zwar können wir sie auch nur ihrer Hauptsache und ihren Unterscheidungszeichen nach kurz beschreiben, weil uns eine Besprechung des inneren Mechanismus zu weit führen würde.

Wesentlich voneinander unterschieden sind die deutschen und französischen Schlösser. Erstere haben einen hohlen Schlüssel, der auf einen Dorn paßt, und können mit diesem nur aufgeschlossen werden, indem der Schlußriegel des Schlosses von selbst vorschießt, sobald die Wirkung auf den Schlüssel aufhört. Nur bei den „verbesserten" deutschen Schlössern ist eine Sperrung angebracht, die bei aufgeschlossenem Schlosse den Schlußriegel festhält, bis sie durch einen Druck gelöst wird. Diese Schlösser, die außer dem Schlußriegel gewöhnlich auch noch einen Drücker haben, sind nicht mehr im Gebrauch und durch die französischen verdrängt.

Diese haben einen aus dem Vollen gearbeiteten vollen Schlüssel und können mit diesem auf- und zugeschlossen werden. Sie unterscheiden sich in Kastenschlösser und in eingesteckte Schlösser. Bei den ersteren liegt der Mechanismus des Schlosses in einem viereckigen eisernen, oft mit Messingblech überzogenen und reich verzierten Kasten auf der Außenseite der Thür; bei den eingesteckten Schlössern ist dieser Kasten mit seiner ganzen Stärke in das Holz der Thür eingelassen, Einsteckschloß. Bei diesen ist der Mechanismus auf einen solch kleinen Raum beschränkt, daß er samt dem ihn umschließenden eisernen Kasten ganz in die Stärke des Thürfrieses eingesteckt werden kann, so daß auf beiden Seiten der Thür nichts von dem Kasten zu sehen ist.

Zu jedem dieser Schlösser gehört noch eine Schließkappe oder ein Schließblech, der Teil nämlich, durch den der Schlußriegel, die Drückerfalle u. s. w. bei geschlossener Thür festgehalten werden. Die Schließkappe, nur bei Kastenschlössern gebräuchlich, bildet ebenfalls einen Kasten, der an der Thürbekleidung befestigt wird. Die eingesteckten Schlösser haben ein Schließblech, das in dem Falz des Thürfutters eingelassen und durch Schrauben mit versenkten Köpfen festgehalten wird.

Ein französisches Schloß hat gewöhnlich einen dreifachen Mechanismus: den Drücker mit Falle, den Schluß- und einen Nachtriegel. Die durch den Drücker bewegte Falle ist entweder eine „hebende" oder eine „schießende". Die fallende fällt von oben in den Schließhaken und wird beim Öffnen der Thür durch den Drücker gehoben, die schießende dagegen bewegt sich in horizontaler Lage vorwärts in die für sie bestimmte Öffnung des Schließbleches und wird durch den Drücker beim Öffnen der Thür zurückgeschoben; die erstere wird durch eine Feder nieder-, die letzte durch eine solche vorgedrückt, so daß es möglich wird, die Thür durch das sogenannte „Zuschlagen" zu schließen, ohne den Drücker zu berühren.

Die Kastenschlösser können hebende oder schießende Fallen haben, und man giebt den ersteren den Vorzug. Die eingesteckten Schlösser haben aber gewöhnlich nur schießende Fallen, weil diese beim Zudrücken der Thür ganz in das Innere des Schlosses zurückgeschoben werden können.

In Beziehung auf den Verschluß mittels des Schlüssels unterscheidet man ein-, zwei- oder dreitourige Schlösser, je nachdem der Schlußriegel durch eine ein-, zwei- oder dreimalige Umdrehung des Schlüssels ganz vor- oder zurückgeschoben wird. Die Nachtriegel bringt man in der Regel nur bei den Kastenschlössern an, und sie werden durch einen, gewöhnlich an der Unterseite des Kastens vorstehenden Knopf einfach vor- oder zurückgeschoben.

Bei Anbringung der Schlösser, besonders der eingesteckten, hat man darauf zu sehen, daß sie nicht auf den Kreuzungspunkt zweier Rahmstücke der Thüren treffen, weil hier durch die Verzapfung schon eine Schwächung des Holzes stattgefunden hat, so daß nach dem Einlassen des Schlosses die ganze Verbindung aufgehoben sein würde. Zur Befestigung müssen Holzschrauben, keine Nägel, genommen werden.

Zum Verschluß zweiflügeliger Thüren gehören außer dem Schloß noch zwei Riegel, Fig. 781, und zwar ein oberer langer Riegel a und b, sowie ein unterer kurzer Riegel c und d. Der obere Riegel, dessen Länge von der Thürhöhe abhängt, endet unten in einem Knopf, wird durch drei Führungshülsen gefaßt und greift oben in die Schließkappe, die in Holz oder Stein, je nach Beschaffenheit der Überdeckung, befestigt ist. Die Führungen sind auf Unterlagblechen vernietet. Zwischen den beiden größeren Unterlagblechen und dem Riegel sind Federn angebracht, die den Riegel in jeder gegebenen Stellung erhalten und ihn am Herabsinken verhindern. Damit der Riegel nicht weiter geschoben werden kann als nötig ist, sind die Nasen n n angebracht.

Der untere kurze Riegel greift in ein in die Schwelle eingelassenes Schließblech und ist im übrigen so beschaffen wie der obere Riegel. Diese Verschlußvorrichtung wird an der inneren Seite der Thür auf die Rahmen aufgesetzt und

erhält eine Stärke, die den Anforderungen an Sicherheit und Widerstandsfähigkeit zu entsprechen hat. Besser aussehend, insbesondere bei Zimmerthüren, ist die Anordnung des Kantenriegels. Unter Umständen kann auch dieser versteckte Riegel mehr Sicherheit gewähren als der aufgesetzte. Die Kantenriegel werden auf der Kante, d. h. auf der die Stärke des Thürholzes bestimmenden Fläche eingelassen und durch ebenfalls vertiefte Knöpfe bewegt. Fig. 15 bis 16, Tafel 101 und Fig. 782, machen diese Einrichtung deutlich, und wir bemerken dazu nur noch, daß hinter jedem Riegel eine Feder angebracht werden muß, die ihn in seiner ihm gegebenen Stellung erhält, so daß er nicht von selbst herabfallen kann. Den Querschnitt der Kantenriegel macht man gewöhnlich rund und faßt die Vertiefungen, in die sie eingreifen, mit Blech ein. Die untere dieser Vertiefungen an der Thürschwelle füllt sich bei geöffneter Thür gern mit Staub, Sand u. s. w., weshalb man wohl

Fig. 781.

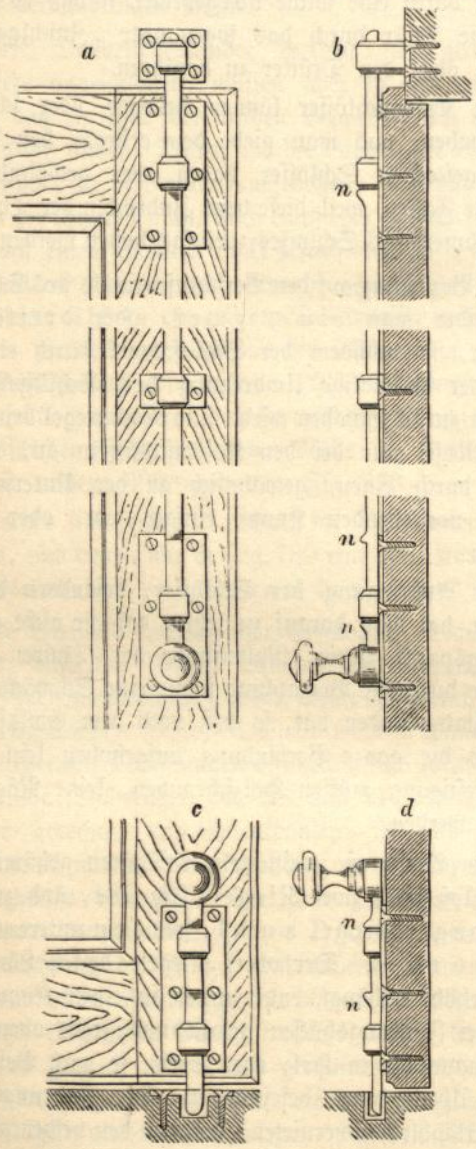


Fig. 782.

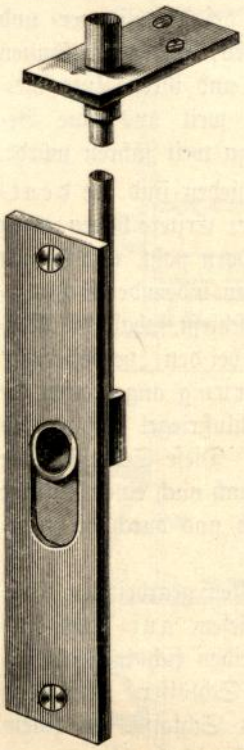
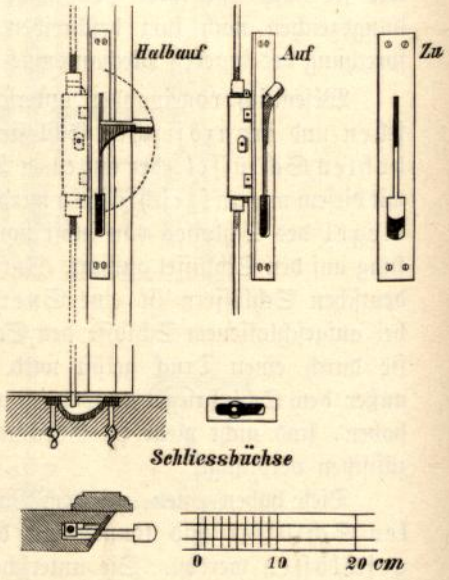


Fig. 783.



eine Vorrichtung („Bodenfalle") dabei anbringt, die in einer durch eine schwache Feder bewegten Platte besteht, die die Öffnung bei zurückgezogenem Riegel schließt. Statt der Kantenriegel können auch Kantenbasküls angebracht werden, Fig. 783, die in der ganzen Höhe durch das vordere Rahmenholz gebohrt und durch einen in das Holz einschlagenden langen Hebel bewegt werden,[1]) oder es wird der sogenannte Baskülеverschluß verwendet, wenn beide Flügel mit einem Male geöffnet werden sollen. Diese Einrichtung ist indessen dieselbe, welche bei den Fensterbeschlägen besprochen werden muß, weshalb wir dorthin verweisen.

Ebenso wird es keiner weiteren Wörte über die gewöhnlichen Schubriegel, Vorlegstangen u. s. w. bedürfen. Diese Gegenstände sind so allgemein bekannt, oder man kann sich so leicht darüber informieren, daß wir uns nicht

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1896.

weiter dabei aufhalten und nur noch bemerken wollen, daß jeder Schubriegel auf ein Blech gesetzt und mit einer Feder zum Festhalten versehen werden sollte.

Im allgemeinen ist bei der Untersuchung der Schlosserarbeiten auf ein sauberes Aussehen der Arbeit zu halten, weil sich hieraus fast immer mit einiger Sicherheit auch auf eine präzise Arbeit schließen läßt. Die Kasten der Schlösser müssen rechtwinkelig und scharfkantig gearbeitet sein, die Drücker dürfen nicht zu viel Spielraum haben, sondern es müssen ihrer Bewegung die Fallen sogleich folgen. Die Federn müssen eine rege Elastizität und die gehörige Stärke zeigen, ohne daß sie zu große Reibung hervorbringen. Bänder und Haken, überhaupt alle Beschlagteile, die umgebogene Teile haben, dürfen in den Winkeln keine Risse und Sprünge zeigen, was, wenn es der Fall, ein Zeichen von zu „kaltem Schmieden" ist.

Noch soll bemerkt werden, daß, wenn man Fenster und Thüren etwa ohne Anstrich zu lassen beabsichtigt, man das Holzwerk derselben vor dem „Anschlagen" der Beschläge doch einmal wenigstens mit Öl tränken lassen muß, weil die Schlosser das Holz sonst sehr beschmutzen und diese schwarzen Flecke nicht wieder fortzubringen sind.

B. Die Fenster.

§ 8.

Allgemeines.

Der Zweck der Fenster ist Licht und Luft den Räumen zuzuführen. Dabei sollen sie gegen Wind und Regen undurchdringlich sein, fest schließen und sich aber doch leicht öffnen lassen. Aus diesen Anforderungen, die man an ein gutes Fenster zu machen pflegt, erhellt schon die Schwierigkeit der Konstruktion, die auch noch nicht als ganz überwunden angenommen werden darf.

Damit das Fenster möglichst viel Licht durchlasse, sollen die undurchsichtigen Teile möglichst eingeschränkt werden, d. h. das Holz soll schwach sein; dies widerstreitet aber den Forderungen an die Festigkeit, die durch den Wind und die Bewegungen beim Öffnen in Anspruch genommen wird. Der dichte und feste Schluß der Flügel läßt sich durch komplizierte und viele Beschlagteile erreichen, aber diese sind wieder einem leichten und schnellen Öffnen entgegen. Schon aus diesen Gegensätzen ist ersichtlich, daß man keine der genannten Anforderungen an ein Fenster zu hoch spannen darf.

Was das *Material* zu den Fensterrahmen betrifft, so wird, da diese in der Regel dem Wetter sehr ausgesetzt sind, hartes Holz dem weichen vorgezogen, da jenes dauerhafter ist und sich auch die Beschlagteile daran sicherer befestigen lassen. Besonders nachteilig für die Fenster ist aber das Werfen und Krummziehen des Holzes, und diesem ist das Eichenholz mehr ausgesetzt, als ein gutes kerniges Nadelholz, besonders harzreiches Kiefernholz (pinus silvestris). Kann man daher kein geradwüchsiges, *spaltbares* Eichenholz haben, so dürfte das genannte Nadelholz den Vorzug verdienen. Zu den inneren sogenannten Winterfenstern wird fast immer Nadelholz verwendet. Besonderer Wert ist darauf zu legen, daß das zu den Fenstern verwendete Holz recht trocken ist.

Die Fenster werden fast immer mit einem dreimaligen Ölfarbanstrich versehen, um ihnen ein besseres Ansehen und mehr Dauer zu geben. Nun ist es aber zweckmäßig, besonders eichene neue Fenster anfänglich nicht anzustreichen, sondern nur ein- oder zweimal mit Leinöl zu tränken und zu firnissen, wodurch das Holz seine angenehme natürliche Farbe behält und doch gegen die Einwirkungen der Nässe geschützt wird. Ein anderer Vorteil ist dabei noch der, daß, wenn das Holz mit der Zeit zusammentrocknet und nach einigen Jahren seine schöne braune Farbe verliert und man dem Fenster nun einen Farbanstrich giebt, die Falze dann wieder dichter schließen, da der Ölfarbüberzug doch immer eine gewisse Dicke hat. Wollte man gleich anfänglich die Falze anstreichen, so müßte man bei dem Quellen der Fenster, das bei neuen Gebäuden im ersten Winter immer einzutreten pflegt, den Falzen bald mit dem Hobel „nachhelfen", und bei dem späteren Eintrocknen würde man dann undichte Fenster bekommen, welcher Nachteil durch das angedeutete Verfahren verringert werden kann. Man sollte daher auch tannene Fenster anfänglich in den Falzen nur mit Öl tränken, nicht förmlich „dreimal gut mit Ölfarbe anstreichen".

Wir unterscheiden die Fenster nach der Art der Beweglichkeit in *Flügelfenster* und *Schiebefenster*. Solche Fenster dagegen, die unbeweglich sind, wie die Schaufenster der Verkaufsladen, werden *Stillstände* genannt.

§ 9.

Die Flügelfenster.

Die Zahl der Flügel ist nicht fest bestimmt, es giebt ein-, zwei-, vier- und sechsflügelige u. s. w. Fenster; jedoch ist die bei weitem größte Zahl aller Fenster drei- und vierflügelig, und wir wollen ein vierflügeliges unserer Betrachtung zu Grunde legen, weil sich alsdann die Regeln für eine andere Zahl von Flügeln leicht von selbst ergeben werden.

Ein solches Fenster besteht aus dem Fensterrahmen, auch Fensterfutter, Futterrahmen genannt, und den Flügeln, welch letztere in ersterem ihre Befestigung finden.

Nach der älteren Bauweise wurde der Rahmen durch ein sogenanntes Fensterkreuz, das mit demselben fest verbunden war, in vier gleiche Teile geteilt, so daß vier gleiche Fensterflügel entstanden, die an dem Rahmen beweglich, geschlossen ihre Befestigung an dem Kreuze erhielten. Hierbei teilte der horizontale Arm des Fensterkreuzes, das sogenannte Loosholz, das Fenster der Höhe nach in zwei gleiche Teile, und dies hat den Nachteil, daß das Loosholz bei nicht sehr hohen Fenstern die Gesichtslinie durchschneidet und auch in der Ansicht des Fensters ein gedrücktes Verhältnis hervorruft. Man hat daher in neuerer Zeit allgemein dies Loosholz mehr in die Höhe gerückt, und zwar so, daß die unteren Flügel etwa die dreifache Höhe der oberen erhalten. Hierdurch werden aber die unteren Flügel sehr hoch, und dies verringert ihre Festigkeit und erfordert kompliziertere Beschläge, was als ein Nachteil dieser Art der Teilung angesehen werden kann.

Die Fensterflügel können entweder nach außen oder nach innen aufschlagen, und beides hat seine Vor- und Nachteile. Schlagen die Flügel nach außen auf, so können die Fugen leichter gegen das Eindringen des Regens geschützt werden, weil die unteren horizontalen Falze, in die die Flügel einschlagen, von außen nach innen steigend angenommen werden können. Die geöffneten Flügel erfordern aber besondere Beschlagteile, die sogenannten Sturmstangen, um vom Winde nicht zertrümmert zu werden. Auch kann man die Flügel nicht so fest in die Falze hineinziehen, als man sie hineinzudrücken vermag, wenn sie nach innen sich öffnen, was sich in diesem Fall durch die zum Verschluß bestimmten Beschlagteile sehr kräftig bewirken läßt. Man hat daher die Vorteile der nach innen aufschlagenden Fensterflügel als überwiegend anerkannt und konstruiert daher nur selten noch und in ganz besonderen Fällen andere. Wir wollen daher auch nur solche Fenster näher betrachten, deren Flügel nach innen aufschlagen, zumal die Grundsätze der Konstruktion dieselben bleiben.

Der horizontale Arm des Fensterkreuzes oder das Loosholz wird unter allen Umständen fest mit dem Fensterrahmen verbunden, und zwar durch Verzapfung und Überblattung, indem es stärker ist als das Rahmholz und nach außen vorsteht. Anders ist es aber mit dem vertikalen Arme des Fensterkreuzes, dem Mittelpfosten. Dieser kann ebenfalls mit dem Rahmen fest verbunden oder auch beweglich sein, und man unterscheidet hiernach Fenster mit „feststehendem“ oder „aufgehendem“ Mittelpfosten.

Die erstere Anordnung hat den unbestreitbaren Vorteil der größeren Solidität und Festigkeit und erlaubt einfachere und doch sehr sicher schließende Beschläge, hat aber für die Benutzung des Fensters die Unbequemlichkeit, daß bei geöffneten Flügeln das Fensterlicht doch nicht ganz frei wird, sondern der Breite nach geteilt erscheint; auch erfordert der feststehende Mittelpfosten mehr Holz in der Mitte des Fensters und vermindert die Licht gebende Fläche. Man hat deshalb die aufgehenden Pfosten, besonders bei den Fenstern der Wohnräume, vorgezogen, oder vielmehr die Fensterflügel, ähnlich wie die zweiflügeligen Thüren, mit Schlagleisten konstruiert.

Der feststehende Mittelpfosten wird, wie das Loosholz, mit der inneren Seite bündig mit dem Rahmen durch einen ganz durchgehenden Blattzapfen verbunden und mit dem Loosholze überblattet.

Der Fensterrahmen erhält die Breite des Fensteranschlages von 7 bis 8 cm, wenn er mit der Leibung der Fenstergewände bündig ist, wobei am meisten Licht gewonnen wird. Tritt er aber, wie dies gewöhnlich geschieht, um 2 bis 3 cm in das Fensterlicht, Fig. 784, dann vergrößert sich seine Breite um diesen Vorsprung. Was seine Stärke betrifft, so wird sie teils schwächer, teils ebenso stark wie die der Flügelrahmen angenommen. Da die Futterrahme die Falze für die Fensterflügel erhält, und an ihr die Beschlagteile teilweise befestigt werden müssen, so dürfte die geringste Dicke 3 cm betragen, die sich bei großen Fenstern bis auf 6 cm steigert.

Fig. 784.

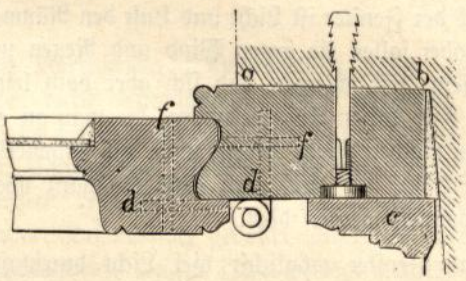
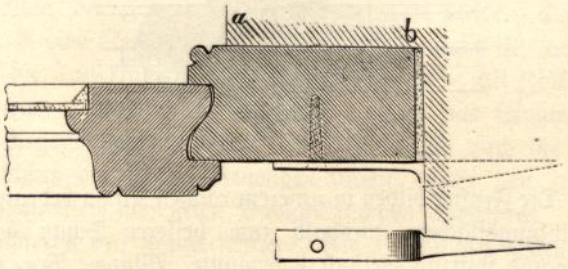


Fig. 785.

Das Fensterfutter muß gut befestigt werden, da sich an ihm die Fensterflügel anschlagen. Diese Befestigung an der Anschlagfläche ab des Gewändes, Fig. 784, geschieht mit Steinschrauben, Fig. 23 L und Fig. 785, mit Doppelspiraldübel, Fig. 25, und Rohrschrauben, Fig. 24. Bei einer Fensterhöhe von circa 2,12 m werden mindestens drei solcher Befestigungen längs der Gewände angebracht. Die Deckleiste c, Fig. 784, die die Schraubenmuttern verdeckt, trägt zwar zu einem besseren Ansehen bei, jedoch kann sie auch entbehrt werden.

Eine wohlfeilere, aber auch weniger gute Befestigungsweise der Futterrahme ist die mittels Bankeisen, Bankstifte, Fig. 786 und 23 J und K. Diese Bankstifte werden in die Fugen des Mauerwerkes eingetrieben und pressen die Futterrahme gegen den Anschlag a b des Gewändes. Sie können mit einer Holzschraube mit der Futterrahme verbunden werden, was übrigens sehr oft unterlassen wird. Auf eine Länge der Futterrahme von circa 2,1 m werden durchschnittlich vier Bankeisen angeordnet, wonach man, wenn in der Nähe der Sturzmitte ein Bankeisen vorkommt, neun Stück solcher Eisenstifte erhält.

Fig. 786.



Da die Anschlagfläche a b des Gewändes nicht immer genau eben gearbeitet ist, so wird eine dünne Schicht von Kalkbrei mit Kuhhaaren vermengt aufgezogen und hierauf die Futterrahme an das Gewände fest angedrückt. Den bei a hervorquellenden überflüssigen Haarkalk zieht man mit der Kelle ab.

Bei Fig. 784 sind mit d d die beiden Lappen des Fischbandes bezeichnet, die in die Futterrahme und in die Flügelrahme eingelassen und durch die Stifte f f befestigt werden.

An der Futterrahme finden die Rahmen der Fensterflügel ihren Anschlag. Die Stärke des Rahmholzes wird mindestens der der Futterrahme gleich gemacht; dies giebt bei gewöhnlichen Fenstern von 2,00 bis 2,40 m Höhe 36 bis 40 mm, und bei höheren 45 bis 60 mm, während die Breite des Rahmholzes 5 bis 8 cm beträgt. Die Verbindung an den Ecken findet statt mit Schlitzzapfen und hölzernen Nägeln. Die Verbindung mit den Futterrahmen ist nicht überall gleich und geschieht längs der Richtung der Gewände mittels des S Falzes, hingegen am oberen und unteren Teil der Rahme und am Kämpfer mittels des einfachen oder doppelten geraden Falzes. Der S Falz ist in den Fig. 784 und 786, sowie in Fig. 4, Tafel 103, dargestellt und hat den Zweck, das Werfen der vertikalen, längs der Futterrahme gehenden Flügelrahmen zu verhindern. Die Doppellinien deuten den Spielraum an, den man dem Falz zu geben hat, damit das Holz ohne Nachteil quellen kann.

Das Holz der Flügel läßt man um ein Drittel seiner Stärke innerhalb vor der Fläche des Rahmens vorstehen und macht die Falze selbst etwa 2 cm tief.

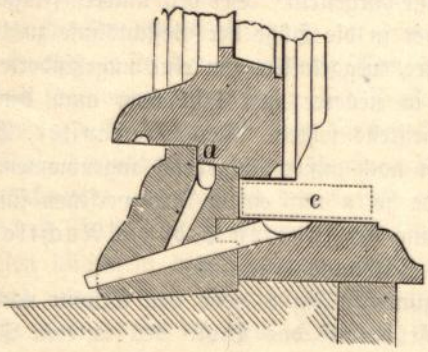
Ein bei Wohnhäusern gebräuchliches, vierflügeliges Fenster ist auf Tafel 103, Fig. 1 bis 9, und zwar die Profile Fig. 4 bis 8 in halber, Fig. 9 in ein Viertel wahrer Größe dargestellt. Bei den unteren Flügeln ist ein Sprossen, der in die Höhe der Gesichtslinie zu liegen gekommen wäre, weggelassen, um eine ungehinderte Aussicht zu haben; in neuerer Zeit läßt man auch den unteren Sprossen meistens fehlen. Das Vorfenster, Winterfenster, ist nach außen aufgehend angenommen, weshalb die Gewände bei a mit einem Falz versehen sind. Auch die Anordnung der inneren Laden, „Nachtladen", ist auf unserer Zeichnung ersichtlich.

Was zunächst Fig. 8 oder den Schnitt nach h i anlangt, so ist daraus das Profil des unteren Teiles der Futterrahme zu entnehmen, die von b an nach außen verstärkt ist, und welcher Teil sich zwischen die beiden Gewände, Fig. 3, einspannt. Der Zweck dieser Verstärkung ist hauptsächlich Sicherung des unteren Teiles der Rahme gegen das Werfen und Verziehen, da er nicht wie die übrigen Teile der Futterrahme mit Steinschrauben oder Bankeisen festgehalten wird. An den schrägen Falz der Futterrahme schlägt das untere Rahmholz des Fensterflügels, das stärker gemacht wird, als die übrigen Rahmstücke, damit der Wasserschenkel, Wetterschenkel c gebildet werden kann, der mit einer Wassernase versehen die Aufgabe hat, das Regenwasser abzuleiten. Mittels der schiefen Ebene d e kann der Flügelrahmen leicht in den Falz der Futterrahme eingedrückt werden. In letztere zapft sich das Simsbrett ein, das zur Aufnahme des Schwitzwassers und des bei Schlagregen durch die Fensterfugen getriebenen Regenwassers mit einer Rinne versehen ist, deren tiefster Punkt sich in der Brettmitte befindet, woselbst ein Blechröhrchen die Ableitung des Wassers in ein Blechkästchen vermittelt. Der Raum, in welchen das Kästchen zu liegen kommt, muß mit Blech ausgefüttert sein, damit bei etwaigem Überlaufen des Behälters kein Wasser hinter die Lambris dringen kann.

Die Ableitung des Wassers nach außen ist in den Fig. 787 und 788 angegeben und besteht darin, daß aus der Futterrahme bei a oder aus dem Kämpfer bei b eine Rinne ausgehobelt wird, die nach der Mitte zu wie die Rinne des Simsbrettes Gefäll hat, wo dann das durch den Wind eingetriebene Regenwasser, sowie das Schwitzwasser mittels Blechröhrchen fortgeführt wird. Oft wird auch ein Blechbehälter c, Fig. 787, zur Aufnahme des Wassers angebracht, dessen Länge gleich der Fensterbreite ist und dessen Boden nach einer Seite Gefäll hat, wo das Wasser mittels eines Hahnes abgelassen werden kann.

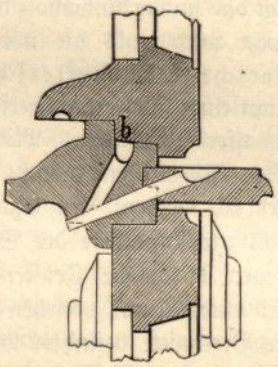
Fig. 6 zeigt im Profil den oberen Teil des unteren Flügels, sowie den unteren Teil des oberen Flügels mit Wasserschenkel und den Kämpfer, der eine um fg über die Futterrahme vortretende Verstärkung erhält. Dieser Kämpfer ist mit dem oberen Teil der Futterrahme durch einen

Fig. 787.



Pfosten m, Fig. 9, verbunden, an den die oberen Flügel anschlagen. Ein solcher Mittelpfosten fehlt aus schon erwähnten Gründen den unteren Flügeln, deren mittlere Rahmen sich nach Fig. 5 überfalzen und an beiden Seiten zur Deckung der Fugen mit Schlagleisten versehen sind,

Fig. 788.



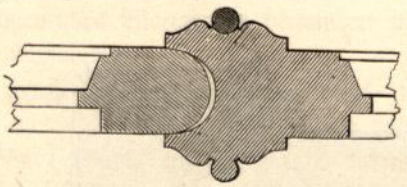
die entweder mit den betreffenden Rahmstücken aus einem Holz gearbeitet, oder wohlfeiler, nur aufgesetzt und aufgeschraubt sind. Die ganze Breite der beiden Rahmhölzer zusammen beträgt 10 bis 12 cm, die Breite der Schlagleisten 4 bis 6 cm bei 15 bis 25 mm Dicke.

Bei großen Fensterflügeln bildet die einfache oder doppelte Falzung nicht genug Sicherheit gegen das Verziehen des Holzes, weshalb man für die mittleren Rahmhölzer eine Verbindnng nach Fig. 789 wählt, die man „Wolfsrachen“ nennt. Es ist dies eine Verspundung, durch die eine gegenseitige Absteifung der beiden Hölzer stattfindet.

Die Sprossen, Fig. 7, werden meist schwächer als das Rahmholz, oft auch von Messing hergestellt, wenn sie wenig bemerkt werden sollen. Zu den Holzsprossen von 25 bis 30 mm Stärke muß gespaltenes und kein gesägtes Holz verwendet werden, da bei letzterem die Holzfasern häufig durchschnitten sind.

In Fig. 2, Tafel 103, bedeutet m ein Klötzchen zur Befestigung der Brustlambris (siehe hierwegen Seite 293), während zu gleichem Zweck in die Fensterbank zwei Dübel n in die schwalbenschwanzförmig gebildeten Löcher eingetrieben werden. Die Fensternische ist mit einer Verkleidung umrahmt, die den Thürverkleidungen entsprechend behandelt wird.

Fig. 789.



Die Fenster bilden in unserem rauhen Klima bedeutende Abkühlungsflächen, weshalb zum besseren Schutz gegen Kälte und Luftzug vielfach sogenannte „Winter-, Vor- oder Doppelfenster“ angeordnet werden. Das bleibende Fenster wird in der Regel dichter und solider hergestellt, als das wandelbare Winterfenster, weshalb dies auch stets hinter jenem angebracht werden sollte, wie dies in Norddeutschland allgemein geschieht, und nicht vor demselben, welche Übung man häufig in Süddeutschland hat. Durch letztere Anordnung wird der Zweck, einen möglichst dichten Verschluß zu gewähren zur Abhaltung von Kälte und Luftzug, nicht in dem Maße erfüllt, wie ihn das bleibende Fenster zu erfüllen vermag. Auch wird das Aus- und Einsetzen des Winterfensters, wenn es von innen geschieht, ungemein erleichtert, was bei großen Fenstern, insbesondere in oberen Stockwerken, mit großer Schwierigkeit verbunden ist, wenn es von außen geschehen soll.

Sitzt das Winterfenster hinter dem anderen, so müssen beide nach innen aufschlagen (wenn das äußere nach innen schlägt, wie wir voraussetzen), und zwar die Flügel des äußeren durch die des inneren hindurch, wie dies auf Tafel 104 zu ersehen ist.

Die zwischen beiden Fenstern eingeschlossene ruhende Luftschicht bildet einen schlechten Wärmeleiter, was zur Warmhaltung der Zimmer bedeutend beiträgt. Deshalb darf der Zwischenraum zwischen beiden Fenstern nicht zu klein sein; jedenfalls muß er aber so viel Platz gewähren, daß die Beschlagteile des äußeren Fensters hinreichend Platz finden; 8 bis 10 cm lichte Entfernung zwischen den Rahmhölzern dürfte ein angemessenes Maß sein. Zu groß darf der Zwischenraum aber auch nicht werden, weil sonst das Hinaussehen aus dem Fenster zu sehr erschwert wird.

Die Konstruktion dieses inneren Fensters ist dem des äußeren ganz gleich, nur muß das Loosholz schmäler werden, damit die oberen äußeren Flügel darüber hinweg schlagen können, und die Wasserschenkel bleiben an dem inneren Fenster fort, Fig. 3 und 6, Tafel 104.

Nach dem Gesagten werden wir zu Tafel 104 nicht mehr viel beizufügen haben.

Fig. 1 zeigt das äußere Fenster, das das innere Fenster oder Winterfenster deckt. Die Profile zu beiden Fenstern sind nach den in Fig. 1 bezeichneten Durchschnittslinien in den Fig. 2 bis 7 dargestellt. In den Falzen Fig. 3 und 6 sind hier schmiedeiserne Stäbe a an der Futterrahme und dem Kämpfer befestigt, wodurch der präzise Anschlag der Flügel für immer gesichert bleibt. Da bei Fig. 3 eine Sohlbank mit Zementputz gedacht ist, an die sich die Futterrahme anschließt, so ist dieselbe mit Zinkblech b derart abgedeckt, daß die Fuge c gegen das Eindringen des Regens geschützt bleibt. Bei Fig. 4 sind auch die zum Verschluß der Flügel dienenden Griffe, nebst den in die Schlagleisten versenkten Basquillstangen angegeben. Der Kämpfer s des Winterfensters, Fig. 6, ist aus Eisen angenommen, da er in dieser Stärke aus Holz zu schwach geworden wäre; eine größere Stärke hingegen kann ihm nicht gegeben werden, indem sonst die Flügel des äußeren Fensters nicht geöffnet werden können, oder der äußere Kämpfer hätte entsprechend stärker genommen werden müssen.

Die inneren Laden sind „gebrochen", d. h. sie bestehen auf jeder Seite des Fensters aus zwei Teilen f und g, die durch Scharnierbänder miteinander verbunden sind. Die Leibung der Fensternische ist mit einem gestemmten Rahmwerk d verkleidet.

Das innere, das Winterfenster, kann im Sommer ausgehoben werden und ist alsdann nur der ringsum laufende Falz für dasselbe sichtbar.

Nachdem wir das vierflügelige Fenster mit Winterfenster und inneren Laden kennen gelernt haben, ist noch zu erwähnen, daß man in neuerer Zeit am Fenster, Fig. 1, Tafel 104, nicht nur die Sprossen, sondern auch die Teilung der Lichtöffnung über dem Kämpfer fallen läßt, wodurch ein dreiflügeliges Fenster entsteht, das mit drei Scheiben, aus $^6/_4$ Glas oder schöner aus Spiegelglas bestehend, verglast wird. Dies ändert jedoch an der Konstruktion des Fensters nichts, dagegen giebt es eine Änderung im Beschlag, indem sich der obere Flügel nicht seitlich, sondern abwärts bewegt (Klappflügel).

Nun noch einige Worte über die Verglasung.

Die Fensterflügel bieten der Verglasung eine einfache Umrahmung dar. Soll diese geteilt werden, so kann dies geschehen entweder durch Holz oder durch Blei. Ersteres giebt die sogenannten Sprossen-, letzteres die in „Blei verglasten Fenster".

In den Sprossenfenstern erhalten die Glasscheiben ihre Befestigung durch Kitt, eine Mischung aus Leinöl und Kreide, und das Flügelholz sowie die Sprossen erhalten dazu außerhalb den sogenannten 10 mm tiefen Kittfalz, gegen den sich die Glasscheiben legen. Der Kittfalz muß außerhalb angebracht werden, damit der Sturm die Scheiben nur fester in den Falz drücken, nicht aber aus ihm herauswerfen kann. Jede Scheibe wird außerdem vor dem Verkitten noch mit wenigstens acht Drahtstiften befestigt, was besonders bei Verwendung von Spiegelscheiben nötig ist. Die Sprossen werden mit langen Zapfen in dem Flügelholze befestigt und erhalten hierdurch auch einen hinlänglichen Halt.

Wo „Kreuzsprossen", d. h. sich kreuzende Sprossen angeordnet werden, müssen sie in den Kreuzpunkten verbunden werden, was durch Überblattung oder Verzapfung geschieht; ersteres dürfte vielleicht den Vorzug verdienen.

Bei den in Blei verglasten Fenstern erhält das Flügelholz nach der älteren Konstruktion zur Aufnahme der Verglasung eine Nut und wird, wie dies Fig. 790 zeigt, von beiden Seiten abgefast (deshalb Fasefenster genannt), die Quersprossen aber werden aus sogenanntem Fensterblei gefertigt, das ebenfalls seinen Halt in der Nut des Flügelholzes findet. Bei dieser Art der Verglasung wird gewöhnlich kein Kitt verwendet, infolgedessen das an den Scheiben herunterlaufende Wasser bald einen Weg in die Nut findet und das Verfaulen des Holzes dadurch ungemein beschleunigt, weshalb diese Fenster schon aus diesem Grunde nicht mehr im Gebrauch sind, abgesehen davon, daß jedesmal, wenn eine neue Scheibe eingesetzt werden soll, der Flügel auseinander genommen werden muß.

Fig. 790.

Die neueren Bleiverglasungen werden dagegen in Falze eingesetzt und am besten mit Kehlstäbchen befestigt.

Bei großen Fenstern, die über die gewöhnlichen Abmessungen hinausgehen, und bei den verschiedensten Gebäudegattungen vorkommen, hat man zunächst die Aufgabe, die großen Lichtöffnungen in entsprechender Weise zu teilen, um passende Abmessungen für die einzelnen Fensterteile zu erhalten. Meistens wird das Fensterlicht durch zwei feststehende Pfosten geteilt, wobei das „dreiteilige" Fenster entsteht. Ein solches zeigt Tafel 105, Fig. 1 bis 3, das sich am Sitzungssaal des von Baudirektor Helbling erbauten Gebäudes für die Generaldirektion der badischen Staatseisenbahnen in Karlsruhe befindet.

Die 2,2 m breite und 5 m hohe Lichtöffnung ist durch zwei Pfosten, ein stärkeres und schwächeres Kämpfergesims, in sieben kleinere Lichtöffnungen zerlegt, die durch Fensterflügel von verschiedener Größe, Form und Sprossenteilung

geschlossen sind. Sämtliche Flügel sind nur mit Vorreiber eingesetzt, damit sie zur Reparatur und Reinigung herausgehoben werden können, mit Ausnahme des Flügels A, der zum Zweck des Lüftens um seine horizontale Achse drehbar teilweise herabgelassen werden kann. Ebenso kann die Scheibe B des mittleren unteren Flügels, die mit eiserner Rahme gefaßt und in die Holzsprossen eingepaßt ist, zum Lüften seitlich geöffnet werden. Die dargestellten Figuren lassen die Konstruktion in allen Teilen deutlich erkennen.

Wie schon erwähnt wurde, können die Verbindungen der Fensterflügel mit der Futterrahme wie auch unter sich niemals ganz dicht hergestellt werden, sondern es ist immer etwas Spielraum zu lassen, damit das Holz als hygroskopischer Körper sich ausdehnen, „quellen" kann. Darunter leidet aber nicht allein der luftdichte Verschluß der Fenster, sondern auch die Dichtigkeit gegen das Eindringen des Regenwassers. Um diesem Übelstand zu begegnen, wurden schon viele Mittel versucht, die meistens darin bestehen, daß weiche, elastische Stoffe, als Leder, Filz, Guttapercha u. s. w., in Form schmaler Streifen oder Röhrchen in die Falze gebracht und mit feinen Stiften entweder an den Flügel- oder Futterrahmen befestigt werden. Diese Stoffe füllen die Zwischenräume in den Falzen und erlauben vermöge ihrer leichten Preßbarkeit dem Holze sich auszudehnen. Eine derartige Dichtung hatten wir der Deutschen Bauzeitung, Jahrg. III, benannt „Das Siering'sche Fenster", entlehnt und in der 4. Auflage dieses Bandes aufgenommen.

Dieses Dichtungsverfahren scheint jedoch wenig Nachahmung gefunden zu haben, weshalb Hoftischler Siering in Berlin in obenerwähnter Zeitschrift von 1878, S. 165, einen „verbesserten Fensterverschluß" veröffentlichte, wie er in Fig. 791 im Grundriß und Fig. 792 im Längendurchschnitt dargestellt ist. Dabei ist für die Fensterkonstruktion das Prinzip verfolgt, den Falzen ringsum so viel Spielraum zu geben, daß ein späteres Nachpassen der Flügel vermieden wird. Die verbleibenden Undichtheiten werden durch Einlegen von Filzstreifen ff beseitigt, deren Breite und Lage so angenommen wird, daß beim Dehnen und Schwinden des Flügels immer noch volle Deckung des Falzes vorhanden bleibt. Die Filzstreifen bedürfen einer besonderen Präparierung, sowohl um dauernd elastisch, als um gegen das Eindringen von Nässe geschützt zu bleiben.

Auf die Oberkante des Loosholzes und des unteren Rahmens sind Eisenschienen gelegt, teils um die so häufig — oft schon während des Baues — vorkommenden Beschädigungen zu verhüten, teils um einen dichten Schluß gegen die Filzlage herbeizuführen, welch letztere, um zu verhindern, daß bei geöffnetem Flügel das Regenwasser direkt über den Filz läuft, an diesen Stellen nicht in den Rahmen, sondern in den Flügelfalz gelegt wird. Vor den erwähnten Schienen wird eine lotrechte Sturmschiene s

Fig. 791.

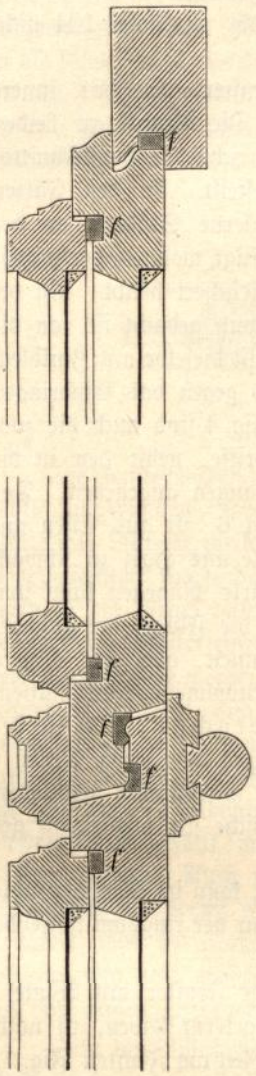
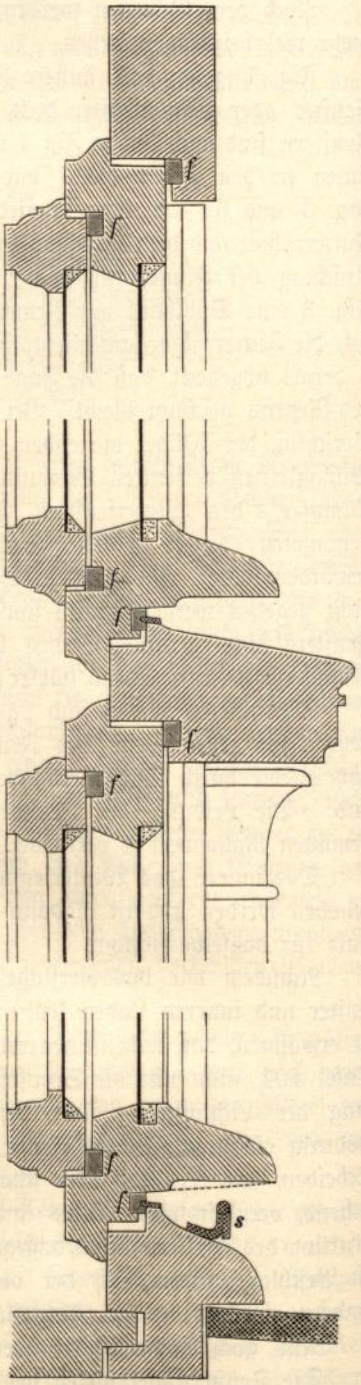


Fig. 792.



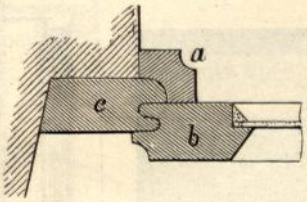
aufgesetzt, die das Eintreiben des Regens in die Unterfalze verhindern soll; außerdem ist auch der Unterfläche des Wetterschenkels ein Gefäll nach außen gegeben.

Sollen Doppelfenster angeordnet werden, so läßt man diese auf den äußeren gedichteten Fenstern in gleicher Weise anschlagen, wie die Figuren zeigen, so daß beide Fenster einen gleich dichten Verschluß haben, und eine ruhende Luftschicht

zwischen sich einschließen, die gegen Bildung von Kondensationswasser und Eis auf den Scheiben schützt. Hierzu sei bemerkt, daß nicht die Anordnung der Doppelfenster, sondern nur die Art ihrer Dichtung als neu angesehen werden soll. [1])

Wenn der Wind den Regen mit Heftigkeit gegen die zwischen Futter- und Flügelrahme c und b bestehende Fuge, Fig. 793, treibt, so dringt in der Regel bei Fenstern, die

Fig. 793.



der besonderen Dichtungsmittel entbehren, Wasser in diese Fuge, das auf dem Simsbrett zum Vorschein kommt. Diesem Übelstande kann mittels der Leiste a, Fig. 793, die mit der Flügelrahme b fest verbunden ist, abgeholfen werden. Die Leiste sieht zwar nicht schön aus, aber sie erfüllt ihren Zweck vollkommen, wird aber nur selten angebracht.

§ 10.

Schiebefenster.

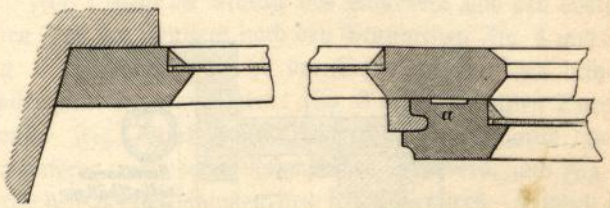
Während die Flügel der bisher betrachteten Fenster sich bei der Bewegung um eine Achse drehen, findet beim Schiebefenster eine vollständige Ortsveränderung bei seiner Bewegung statt. Die zu öffnenden Teile, „Schieber", bewegen sich entweder vertikal aufwärts oder horizontal seitwärts. Die Fenster mit vertikal verschiebbaren Schiebern, Tafel 106, Fig. 1 bis 9, sind gewöhnlich der Höhe nach in zwei gleiche Teile geteilt, und der untere Teil kann hinter den oberen in die Höhe geschoben werden, zu welchem Zweck er seitwärts in Nuten läuft.

Steht der obere Teil des Fensters fest, so ist dessen Reinigung sehr erschwert; der Schieber muß, wenn er auf der äußeren Seite gereinigt werden soll, ganz herausgenommen werden. Bei Fig. 1, Tafel 106, besteht das Fenster aus zwei Hälften, die mit Vorreibern befestigt sind und daher leicht abgenommen werden können. Unter sich sind sie verspundet, wie Fig. 7 zeigt, wodurch das Werfen eines Fensterteiles verhindert wird. Am unteren Teil des Fensters ist der mit einem Aufziehknopf versehene Schieber angebracht, der sich in zwei ausgenuteten Leisten bewegt, Fig. 3 und Fig. 6. Bei Fig. 6 ist der Rahmen des Schiebers zur Verminderung der Reibung etwas ausgehöhlt. Das übrige erklären die Figuren.

1) Über ein dichtes Fenster aus Holz und Eisen siehe Deutsche Bauzeitung 1889, Seite 152; siehe auch Centralblatt der Bauverwaltung 1894, Seite 352.

Die einfachste Herstellung von Schiebefenstern wird wohl darin bestehen, daß man die Futterrahme durch ein Sprossenwerk teilt und verglast, mit Ausnahme desjenigen Teiles, welcher durch den Schieber gedeckt werden soll, wie dies die Fig. 794 und 795 erklären. Der Ausschnitt a am Rahmen des Schiebers, Fig. 795, ist zur Verminderung der Reibung angebracht.

Fig. 794. Fig. 795.



Diese bisher gebräuchlichen Schiebefensterkonstruktionen entsprechen den zu stellenden Anforderungen nicht, da sie entweder nicht dicht schließen, oder wenn sie gut schließen, sich nur schwer öffnen lassen. Die Fehler liegen vornehmlich darin, daß die Dichtung in der Laufnut liegt und bei geschlossenem wie bei geöffnetem Fenster dieselbe ist, (während eine solche doch bei geöffnetem Fenster völlig überflüssig ist!) und daß bei geschlossenem Fenster ein Verschluß völlig fehlt.

Daß die Dichtung eines Schiebefensters von der Weite der Laufnut ganz und gar unabhängig ist, zeigen die Schiebefenster der gewöhnlichen Eisenbahnwagen. Hier sitzt das geöffnete Fenster locker in der Nut und ist dadurch leicht beweglich. Schließt man ein solches durch Hinaufschieben, so klemmt sich nur der Oberschenkel in der oberen Nut fest. Hierauf wird das Fenster unten nach außen gedrückt, wodurch sich die Höhenschenkel an die vordere Fläche der Nut dicht anschließen, und zum Schluß wird durch Eindrücken des Wetterschenkels in einen entsprechenden Falz das Fenster in dieser Lage festgehalten.

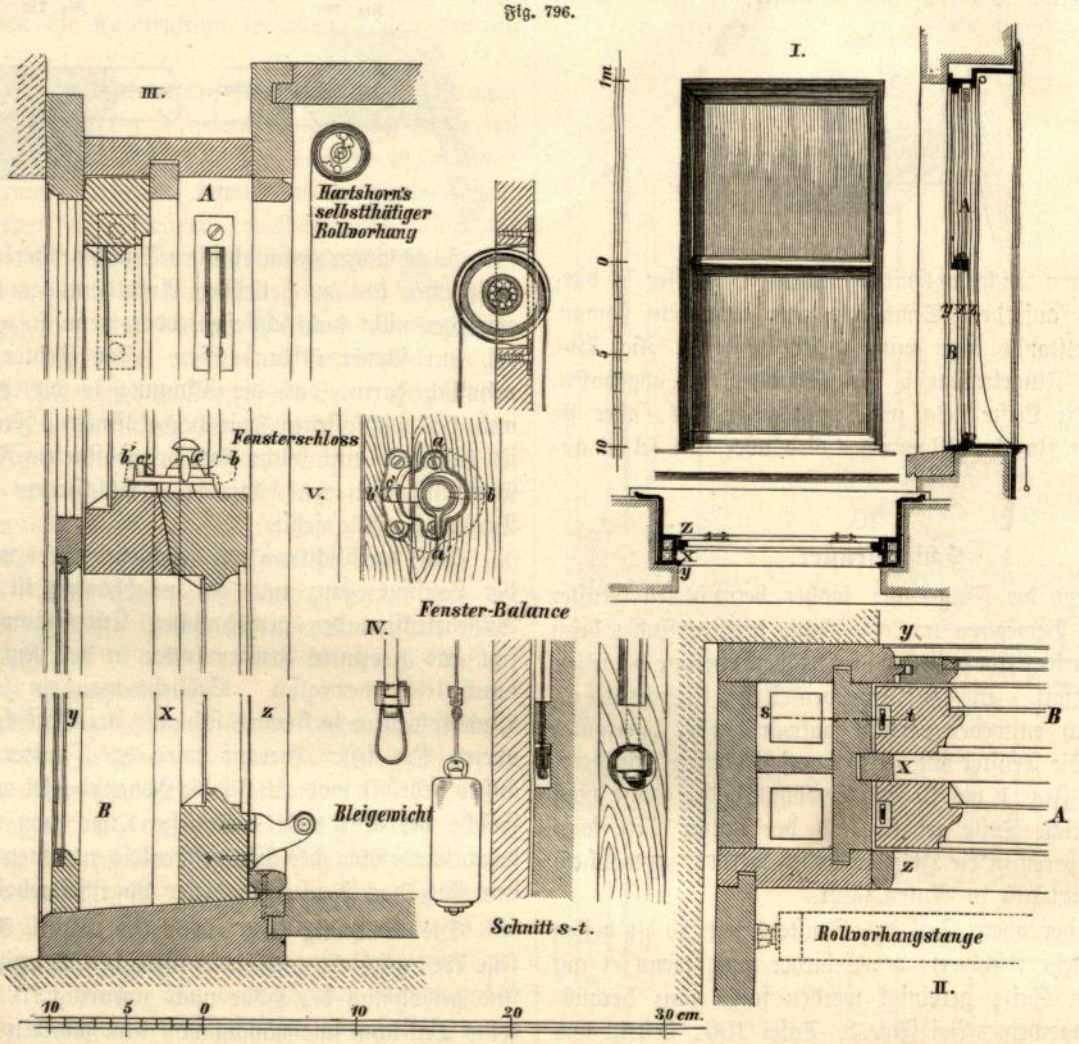
Die Dichtung der amerikanischen Schiebefenster Fig. 796, geschieht nach einem ähnlichen Prinzip. Dieselben sind gewöhnlich der Höhe nach zweiteilig (I). Jeder einzelne Teil kann unabhängig von dem anderen sowohl nach oben als nach unten geschoben werden.

Die Laufnuten A und B (II und III) sind so weit, daß sich die Fenster unter allen Umständen ohne die geringste Reibung und Hemmung darin bewegen, und durch die genaue Ausbalanzierung mittels je zweier Gegengewichte wird bewirkt, daß die geöffneten Fenster frei in der Nut schweben und durch den geringsten Anstoß verschoben werden können. Die Nut A verjüngt sich in der Weite nach unten, die Nut B nach oben bis auf die Dicke der bezüglichen Fensterrahmen, wie beim Eisenbahnwagenfenster. Um das Fenster zu schließen, schiebt man das äußere hinauf, das innere hinunter. Vorläufig sitzt jetzt

nur der Oberschenkel des oberen und der Wetterschenkel des unteren fest. Die Dichtung der übrigen Fensterschenkel geschieht durch das Fensterschloß, welches gewöhnlich auf dem Oberschenkel des unteren und dem Wetterschenkel des oberen Fensters angebracht ist. Dasselbe hat den Zweck, die beiden erwähnten Schenkel aneinander zu hängen und zu pressen und in der schrägen Fuge (mit und ohne Falz) zu dichten. Zugleich werden dadurch auch die Höhenschenkel der beiden Fenster an die trennende Leiste x fest und dicht angedrückt. Das Fenster sitzt ringsum dicht und ist auch gegen ein Öffnen von außen geschlossen.

Es ist ersichtlich, daß die äußeren Leisten y und z für die Dichtigkeit des Fensters belanglos sind und nur zur Führung des Fensters dienen. Die Leiste z wird in ihrer unteren Hälfte nur derart befestigt, daß sie jederzeit weggenommen werden kann. Hin und wieder ist die Leiste mit Scharnieren befestigt und kann nach innen aufgeklappt werden; meist sind es aber anderweitige praktische Vorkehrungen, die das Entfernen und Wiederanbringen ohne weitere Werkzeuge leicht ermöglichen. Dadurch wird einem vielfach angeführten Mißstand der Schiebefenster, der schwierigen Reinigung der äußeren Scheibenflächen, besonders der des unteren Teils, abgeholfen. Bei entfernter Leiste kann das untere Fenster um seinen Wetterschenkel nach innen umgelegt und in dieser Lage bequem gereinigt werden.

Fig. 796.



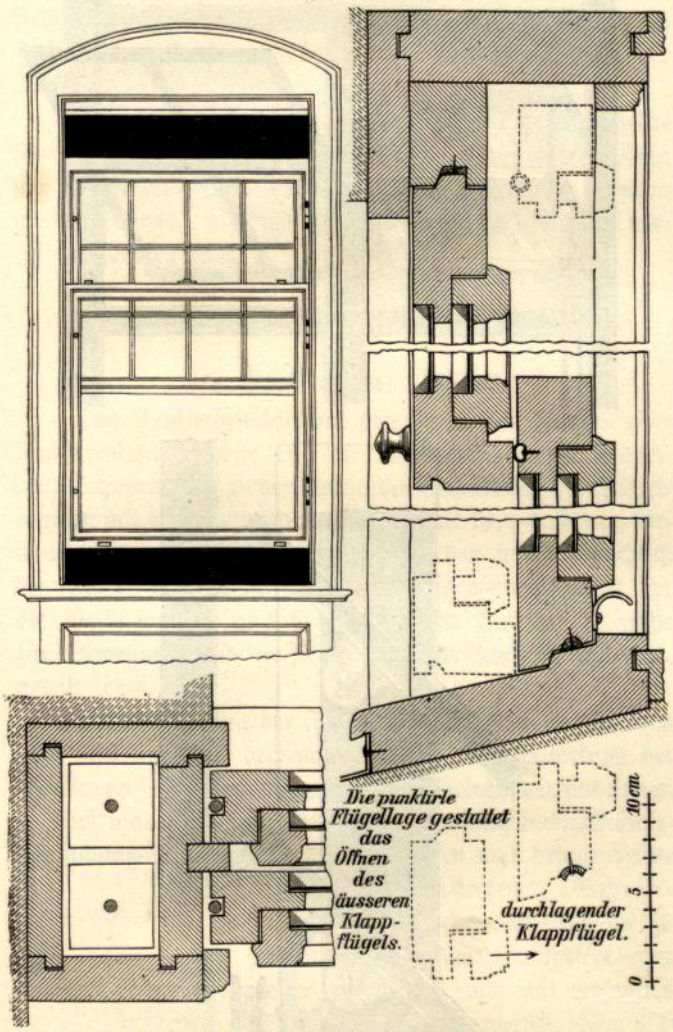
Die vorerwähnten Fensterschlösser sind weit geeigneter, die Dichtung zu bewirken, als die bei uns an Flügelfenstern im allgemeinen gebräuchlichen Verschlüsse, die, abgesehen von besseren Konstruktionen, wie z. B. den Spengler'schen, meist nur das Fenster gegen das Aufdrücken von außen schließen, aber wenig oder garnicht (Federfallen) an die Rahme anpressen.

Bei breiten Fenstern (1,5 bis 2,5 m Breite) werden zwei Schlösser angebracht, bei sehr hohen überdies noch an den Seiten. Letztere, auf der Leiste z befestigt, bewirken ein sehr festes Anpressen des Fensters an die Leiste x.

Abbildung V zeigt ein gewöhnliches Fensterschloß, bei dem die Wirkung am deutlichsten zum Ausdruck kommt. Es besteht aus einem Gehäuse mit Flügel, Exzenter, Haken und Schließhaken. Bei der Drehung des Flügels um 90° (von a nach b) hängt sich der Haken in den Schließhaken ein, die beiden Fenster sind zusammengehängt und bei nochmaliger Drehung des Flügels um 90° (von b nach c) bewirkt der Exzenter das Heranziehen des Schließhakens (von b′ nach c′) und mithin ein Zusammenpressen der beiden Fenster.[1])

Diese Schiebefenster lassen sich auch mit Doppelverglasung ausführen, und wir geben als Beispiel in Fig. 797

Fig. 797.



das Spengler'sche Schiebefenster, das allen Anforderungen genügt, die in unserem Klima an die Fenster gestellt werden müssen, und das sich der englisch-amerikanischen Konstruktionsweise anschließt.[2])

1) Die vorstehende Beschreibung, sowie Fig. 796 sind der Deutschen Bauzeitung 1895, Nr. 78, entnommen.

2) Siehe auch Centralblatt der Bauverwaltung 1894, S. 352.

Den Anforderungen an dichten Schluß, leichte und exakte Bewegung kann auch entsprochen werden, wenn statt der Führungen in Holz solche in Eisen angeordnet werden.

Tafel 107, Fig. 1 bis 10, giebt ein derartig konstruiertes Fenster eines Erkers mit polygonalem Grundriß, das wohl stets am zweckmäßigsten als Schiebefenster konstruiert wird, da Flügelfenster wegen des beschränkten Raumes nicht leicht angebracht werden können.

Fig. 1 zeigt die Ansicht des Schiebers und den oberen festen Teil des Fensters nach den Grundrissen Fig. 4 und 5; Fig. 2 die innere Ansicht des Schiebers mit den beiden Rollen und Gegengewichten; Fig. 3 den senkrechten Durchschnitt. Fig. 7 und 8 sind senkrechte Durchschnitte durch den unteren und oberen Rahmen des Schiebers, und Fig. 9 durch den oberen Rahmen des festen Fensters. Endlich ist Fig. 10 der Grundriß von zwei Erkerfenstern mit Futterrahmen, Schieberrahmen, Eckverkleidung, (einpunktierten) Rollen und Angabe der Gegengewichte.

Die vertikalen Schieberrahmen, Fig. 10a, sind an ihren äußeren Seiten mit teilweise eingelassenen T-Schienen versehen, deren nicht eingelassene Flanschteile in U-Schienen ihre Führung erhalten. Die Befestigung letzterer geschieht am verbreiterten Backen, sowie an einer Winkelschiene, die mit der Futterrahme verschraubt ist. Selbstredend sind die Führungsflächen exakt bearbeitet und geebnet. Mittels zweier Messingrollen und Bleigewichten wird durch Schnüre jeder der drei Schieber balanziert. Damit die Spiegelscheiben der Fenster zeitweise nach außen bequem gereinigt werden können, war es nötig, den Schieber mit drei Scharnierbändern zu beschlagen, Fig. 2 und Fig. 10b, von denen je ein Lappen an der Fensterrahme, der andere am Flansch der T-Schiene, Fig. 10b, befestigt ist. Auf diese Weise ist der Schieber auch Fensterflügel mit seitlicher Bewegung geworden. Zur Vervollständigung des eisernen Rahmens, in den der Flügel einschlägt, ist über der oberen Flügel- oder Schieberrahme eine Winkelschiene, Fig. 8, und unten, Fig. 7, eine Schiene angebracht, deren Form den Zweck hat, das Eindringen des Regens zu verhindern, indem die gewöhnliche Überspundung der unteren Schieberrahme mit der Futterrahme hier nicht ausgeführt werden konnte, wegen des doppelten Zweckes, den der Schieber zu erfüllen hat. Fig. 6 zeigt den eisernen Rahmen, der sich mit dem Schieber bewegt und aus welchem dieser behufs der Reinigung und Reparatur heraustritt.

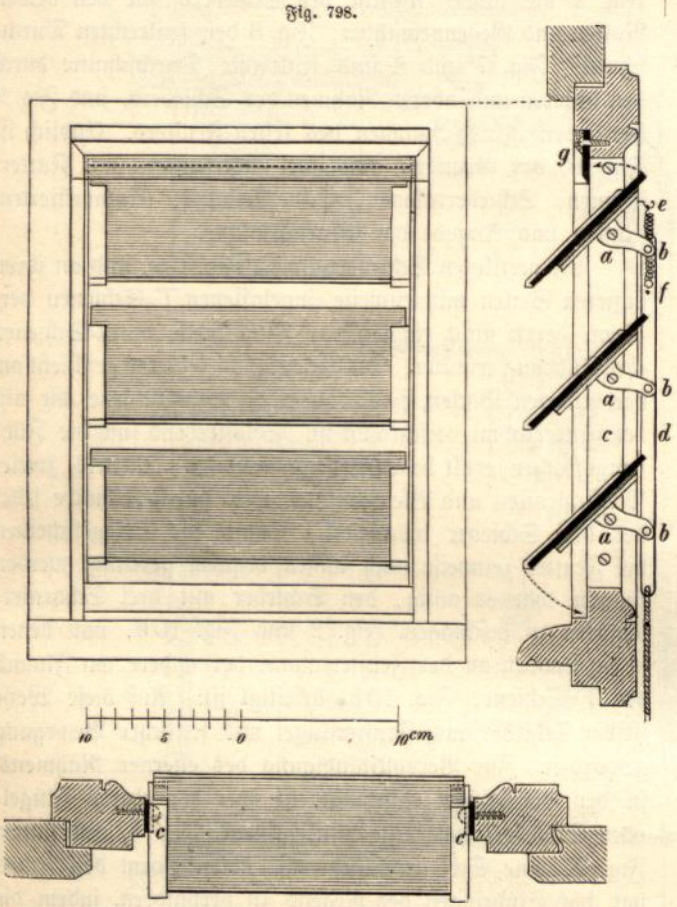
Zum Verschluß der hölzernen Fensterrahme mit dem eisernen dienen drei Einreiber, Fig. 10a, die mit je einem Dorn versehen sind, der mittels Hohlschlüssel gehoben und geschlossen werden kann. Durch den Dorn greift eine Holzschraube zur Befestigung des Einreibers. Die drei Stellen, an denen der Hohlschlüssel eingesetzt wird, sind in Fig. 2 durch kleine Vierecke markiert. Damit beim Herab-

lassen des Schiebers die Schiene, Fig. 7, nicht zu hart auf das untere Rahmholz auffällt, ist dieses an betreffender Stelle mit Filz überzogen.

Schließlich sei der „beweglichen Glasjalousien" gedacht, mittels welcher Räume gelüftet werden können, ohne die Fenster öffnen zu müssen.

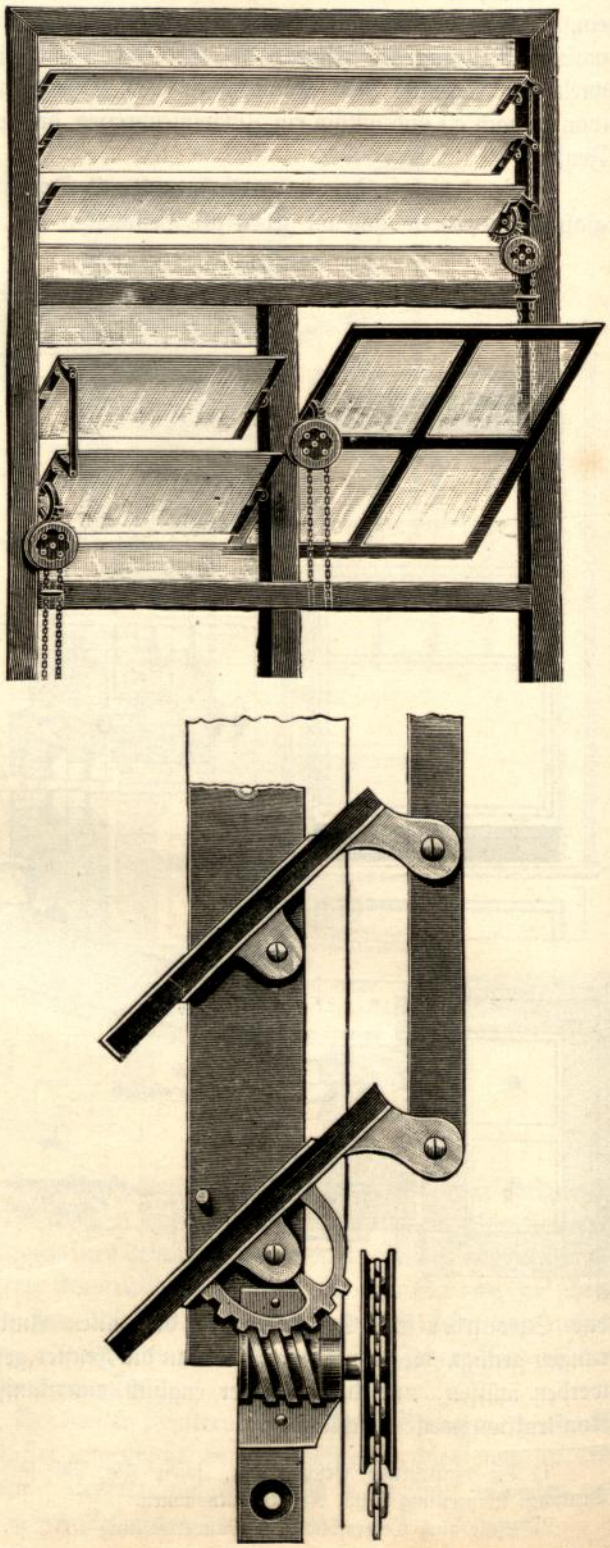
Fig. 798 zeigt Ansicht und Durchschnitte einer Glasjalousie, die anstatt der Scheibe zwischen die Rahme eines oberen Fensterflügels eingesetzt wird. Um das Detail unserer

Fig. 798.



Zeichnung deutlich darstellen zu können, ohne für dieselbe zu viel Raum aufwenden zu müssen, sind die lichte Breite und Höhe des Fensterrahmens nicht nach dem Maßstab, sondern kleiner gezeichnet, weshalb auch hier die Anzahl der Jalousiescheiben und ihre Länge kleiner als gewöhnlich vorkommend sind. Was die Konstruktion betrifft, so hat diese Ähnlichkeit mit der der Laden mit beweglichen Jalousiebrettchen — siehe § 12. — Die Jalousiescheiben erhalten an beiden Enden eine schmale Metallfassung, welche sie gegen das Abrutschen schützt, oben aber so eingerichtet ist, daß die Scheiben behufs Erneuerung herausgezogen werden können. An dieser Metallfassung befinden sich auf der einen Seite die kurzen Hebel a b, auf der anderen nur abgerundete Ansätze, welche wie die Hebel sich um die Stifte a drehen, die mit den Schienen c vernietet sind. Die Schienen c sind

Fig. 799.



an der inneren Seite der beiden vertikalen Flügelrahmen aufgeschraubt. Die Punkte b stehen unter sich mittels der Zugstange d in Verbindung, welch letztere zum Öffnen der Jalousie durch eine Schnur abwärts gezogen wird, die zur Erhaltung der geöffneten Stellung an einem Haken befestigt werden muß.

Der Lüftungsapparat befindet sich im Zustande der Ruhe, wenn er geschlossen ist, wobei die obere Jalousiescheibe an einem im Kittfalz befestigten Glasstreifen g, die untere im Kittfalz ihren Anschlag findet. In diesem Ruhezustand ist alsdann auch die an der Flügelrahme bei e und an der Zugstange bei f eingehängte Spiralfeder ef; wird derselbe durch das Öffnen der Jalousie gestört, so wird die Feder verlängert, und da sie bestrebt ist, in ihren früheren Zustand zurückzukehren, bewirkt sie stets den Schluß der Jalousie.

Eine Verbesserung zeigt die in Fig. 799 dargestellte Konstruktion von J. Wimmersberg Nachfolger in Köln am Rhein, bei der die Scheiben in jeder Stellung erhalten werden können, und insbesondere ein dichter Schluß hergestellt werden kann.

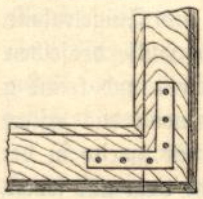
§ 11.

Der Beschlag der Fenster.

Das Fensterbeschläg hat den Zweck, die Futter- oder Fensterrahme festzustellen, die Verbindungen der Flügel- oder Schiebrahmen zu verstärken, die Verbindung der Flügelrahmen mit dem Futterrahmen so herzustellen, daß eine Beweglichkeit möglich ist, und endlich den festen Verschluß der Fensterflügel zu bewirken. Im allgemeinen können hier die Beschlagteile, ähnlich wie bei den Thüren, in solche zur Bewegung und in solche zum Verschluß dienend eingeteilt werden.

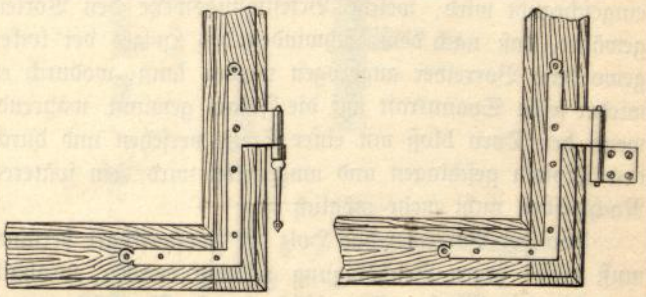
Die Befestigung der Futterrahmen haben wir bei den Fig. 786 und 787 besprochen. Was die Verstärkung der Verbindungen, insbesondere großer Flügelrahmen, anbelangt, so darf man sich auf die mittels Verzapfung bewirkte Holzverbindung allein nicht verlassen, sondern man bringt eiserne Winkel, „Scheinhaken“, „Scheinecken“ an, die entweder auf die zu verbindenden Rahmen aufgesetzt oder besser eingelassen und mit versenkten Schrauben befestigt werden, Fig. 800 und Fig. 23 H. Werden an den vier Ecken der Flügel solche Winkel angebracht, so ist eine Formänderung des Flügelrahmens nicht möglich. Kommen Winkelbänder zur Anwendung, so erfüllen diese zugleich den Zweck der Scheinhaken, und sind solche nur noch an zwei Ecken der Flügelrahme anzubringen.

Fig. 800.



Die Beschlagteile zur Bewegung der Flügel finden auf der Futterrahme ihre Stützpunkte und sind Haken und Bänder. Bei ordinären Fenstern werden noch Stützhaken angewendet, die ganz so gestaltet sind, wie wir sie bei den Thüren haben kennen lernen, nur kleiner und zierlicher. Fig. 801 zeigt einen solchen in Verbindung mit dem Winkelband. Besser als der Stützhaken ist der in Fig. 802 dargestellte sogenannte Lappenkloben, der

Fig. 801. Fig. 802.



meist in die Futterrahme eingelassen und mit Schrauben befestigt wird. Dieser Kloben in Verbindung mit dem Winkelband giebt ein solides und oft angewendetes Beschläg. Die Winkelbänder können auf die Rahmen aufgelegt „aufgesetzt“, oder eingelassen werden. Im ersteren Fall können die Enden der Winkelschenkel verschieden gestaltet werden, während man sie im letzteren Fall wie Scheinhaken behandelt, um sie leichter einlassen zu können. Den Fischbändern, die wir schon kennen gelernt haben, giebt man den Vorzug, wenn es sich darum handelt, ein Fenster elegant zu beschlagen. Fig. 1, Tafel 103, zeigt ein vierflügeliges, mit Fischbändern beschlagenes Fenster, wobei drei solche Bänder auf einen unteren und zwei auf einen oberen Flügel kommen. Die Art der Befestigung dieser Bänder haben wir schon besprochen. Werden Winkelbänder angewendet, so werden je zwei für jeden Flügel angenommen, dagegen erhalten die unteren Flügel meist in der Mitte ihrer Höhe noch ein Band, „Kreuzband“ genannt, um das Gewicht des Flügels auf drei Stützpunkte zu bringen und um den Flügel gegen das Werfen zu schützen.

So einfach die Beschlagteile zur Bewegung der Fensterflügel sind, so mannigfaltig und verschieden sind die zum Verschluß der Flügel.

Die Verschlüsse müssen den Anforderungen genügen, daß die Flügel in möglichst einfacher Weise rasch und leicht geöffnet und geschlossen werden können, und daß das Flügelholz durch den Verschluß am Verziehen gehindert wird. Die Art des Verschlusses der Fenster ist abhängig von der Größe und Schwere der Fensterflügel, sowie von der Fensterkonstruktion selbst. Die gewöhnlichen Verschlüsse sind: a) mittels Vorreiber, b) durch Riegel, c) durch Baskulen, Basquill, und d) durch Espagnolettstangen.

Der einfachste Verschluß ist der durch Vorreiber, der namentlich bei der schon erwähnten Konstruktionsweise Anwendung fand, wo man das Fensterlicht durch ein festes hölzernes Kreuz in vier gleiche Teile teilte, wodurch man zwei Paar Flügel von gleicher Größe erhielt, die mittels je zweier Vorreiber, wie Fig. 803 einen solchen darstellt, geschlossen wurden. Solche Beschläge werden an Flügeln ausgeführt, die selten geöffnet werden. Der Vorreiber, Fig. 803, dreht sich um einen Dorn, welcher am feststehenden Mittelpfosten a eingeschraubt wird, welche Befestigungsweise den Vorteil gewährt, daß nach dem Schwinden des Holzes der locker gewordene Vorreiber angezogen werden kann, wodurch er wieder seine Spannkraft auf die Flügel gewinnt, während, wenn der Dorn bloß mit einer Spitze versehen und durch den Pfosten geschlagen und umgenietet wird, ein späteres Nachtreiben nicht mehr möglich ist.

Wo der Vorreiber das Holz der Fensterflügel berührt, muß dieses gegen Beschädigung geschützt werden, weshalb man hier ein Blech, „Streifblech“, b, Fig. 803, unterlegt oder auch nur einen Draht in Bogenform befestigt,

Fig. 803.

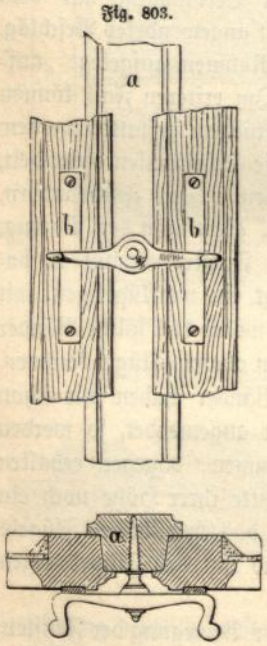


Fig. 804.

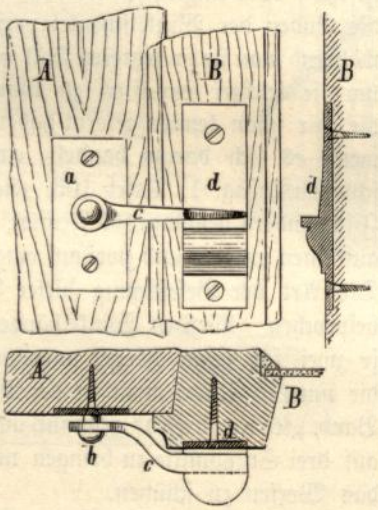
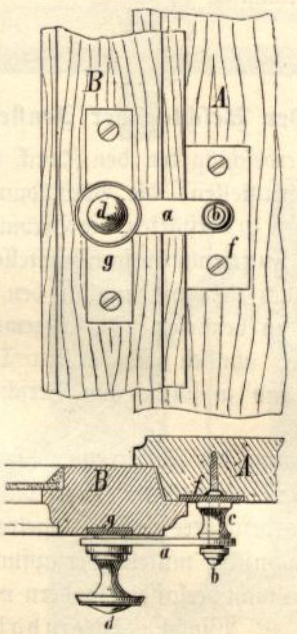


Fig. 1, Tafel 106, auf dem der Vorreiber sich bewegt. Um den Flügel öffnen und zuziehen zu können, erhält er einen Zuzieheknopf in der Mitte seiner Höhe. Da die beiden oberen kleinen Flügel vierflügeliger Fenster, Tafel 103, an einen festen, mit dem Kämpfer verbundenen Mittelpfosten anschlagen, Fig. 1 und 9, so findet der Verschluß dieser Flügel in der Regel auch mit einem Vorreiber, Fig. 803, nebst zweier Zuziehe- oder Aufzieheknöpfe statt.

Zur Befestigung einzelner Flügel bedient man sich kurzer Vorreiber, auch halbe Vorreiber genannt, wie solche bei Fig. 1, Tafel 106, zur Verwendung gekommen sind. Bei kleineren Flügeln genügt ein solcher in der Mitte des Flügels angebrachter Vorreiber nebst einem Aufziehe-knopf; bei größeren Flügeln wird oben und unten ein Vorreiber angeordnet, vorausgesetzt, daß der obere Vorreiber noch leicht erreicht werden kann und die Entfernung beider nicht zu groß ist, so daß man ein Werfen des Flügelholzes zwischen beiden Befestigungspunkten nicht zu befürchten hat.

Fig. 804 zeigt einen Vorreiber zum Verschluß eines Flügels in $^1/_3$ w. Gr. a ist ein in die Futterrahme A eingelassenes und verschraubtes Blech, auf das der Drehstift b genietet ist, um den sich der Vorreiber c dreht. Auf dem Blechstück d, das nach unten verstärkt und mit einem Ansatze versehen ist, wird der Vorreiber angezogen. Dieses Blechstück ist auf die Flügelrahme B geschraubt. Dasselbe ist oft auch nur oben befestigt und nach unten schwach gekrümmt, so daß es eine Feder bildet, wobei der Vorreiber, während er über das federnde Eisenplättchen a gedreht wird, sich fest an den Fensterflügel andrückt.

Fig. 805.



Ein anderer Vorreiber ist in Fig. 805 dargestellt. A und B bezeichnen wieder die Futter- und Flügelrahme, a den Vorreiber, b den Drehstift, c die Hülse desselben, d den Knopf zur Bewegung des Vorreibers und f und g eingelassene und angeschraubte Bleche, wovon das erstere mit dem Drehstift vernietet ist, während das zweite in der Mitte etwas erhöht wird, wodurch es hohl liegt und federt, worauf der Vorreiber fest angezogen werden kann.

Der auf Tafel 108 in den Fig. 4 bis 6 dargestellte Vorreiber wird französisches Ruder genannt, und wird nicht allein bei Fenstern mit feststehenden, sondern

auch bei solchen mit aufgehenden Pfosten angewendet. a ist der Pfosten, bb sind die Rahmstücke der Flügel; c ist der Knopf der Ruders, das sich um den Knopf c' drehen läßt und sich in den Schließhaken d legt, der mit einem Blech h vernietet ist, das in den Pfosten eingelassen und mit diesem verschraubt wird. Auf dem zur linken Seite gezeichneten Blech, g, Fig. 5, reibt sich der Vorreiber, während er mittels des Drehstiftes bei c' mit dem zur Rechten gezeichneten Blech g verbunden ist.

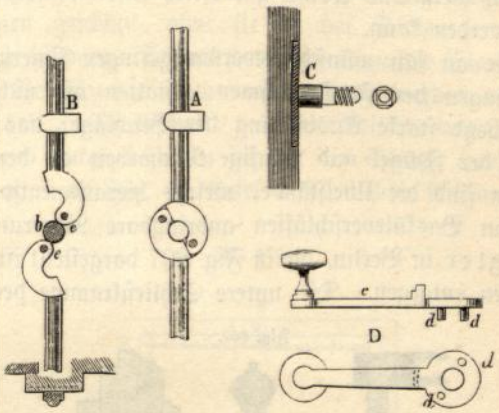
Riegelverschluß. Die Feststellung der Fensterflügel durch Riegel findet nur noch Anwendung bei untergeordneten und kleinen Fenstern, und wo der Mittelpfosten fehlt. Zur Feststellung zweier Flügel sind zwei Riegel erforderlich, ein oberer und ein unterer, und beide werden mitten auf die Schlagleiste aufgesetzt, oder wenn diese fehlen sollte, setzt man die Riegel auf die Mitte des Rahmholzes des zuerst zu öffnenden Flügels, welches gewöhnlich der rechte ist, der den linken übergreift und festhält, indem er selbst durch die Riegel festgestellt wird. Bei niedrigen Fenstern werden die oberen Riegel den unteren gleich gemacht; bei höheren dagegen wird der Schaft des oberen Riegels verlängert, um ihn besser handhaben zu können, und dieser wird daher „langer Riegel" genannt, im Gegensatz zum unteren, den man „kurzen Riegel" nennt. Die Riegel greifen oben und unten in Schließhaken, die in der Futterrahme befestigt sind. Die in Fig. 781 gezeichneten Riegelverschlüsse an Doppelthüren gelten auch hier, nur mit dem Unterschiede, daß bei den Fenstern diese Beschläge leichter und zierlicher ausgeführt werden.

Baskülеverschluß. Dieser ist ein Riegelverschluß, bei dem beide Riegel durch einen Griff bewegt werden, und der in der Regel noch mit einem „Mittelverschluß" versehen ist, um dadurch die Flügelrahmen noch an einem Zwischenpunkte fest miteinander zu verbinden.

Es giebt zwei Arten von Baskülеverschlüssen. Nach der einen Art werden die beiden Riegel, der obere und der untere, in entgegengesetzter Richtung bewegt, und zwar der obere Riegel abwärts, der untere dagegen aufwärts, wenn das geschlossene Fenster geöffnet werden soll (Getriebbasküle). Nach der anderen Art bewegt sich nur eine Riegelstange über die ganze Höhe der Flügel, die aufwärts geschoben wird, wenn das geschlossene Fenster geöffnet werden soll (Hebelbasküle).

Ein gewöhnlicher Baskülеverschluß der ersten Art ist in Fig. 806 dargestellt. Die beiden Riegel endigen in ein paar Haken, die zusammengeschoben (bei geöffnetem Fenster) nach Fig. A eine kreisförmige Scheibe bilden. Sie umschließen einen Dorn b, der dem Ruder c in Fig. D als Drehachse dient. Letzteres bildet an seinem einen Ende eine durchbrochene kreisförmige Scheibe und hat auf dieser zwei hervorstehende Stifte dd, die in die an den Riegelenden befindlichen Vertiefungen ee passen. Bei der in Fig. B gezeichneten Stellung der Riegel steht das Ruder horizontal und liegt in einem am zweiten Fensterflügel angebrachten Haken. Hebt man dasselbe aber aus dem

Fig. 806 A–D.



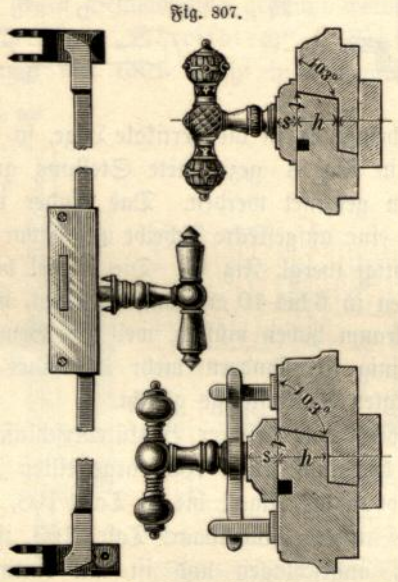
Haken und bringt es in die vertikale Lage, so nehmen die Riegel die in Fig. A gezeichnete Stellung an und das Fenster kann geöffnet werden. Das Ruder ist auf dem Dorn durch eine aufgesteckte Scheibe und davor geschraubte Mutter befestigt (vergl. Fig. C). Die Riegel bewegen sich an den Enden in 6 bis 10 cm langen Hülsen, in denen sie etwas Spielraum haben müssen, weil ihre Bewegung nicht ganz geradlinig ist, sondern mehr der einer durch eine Kurbel bewegten Lenkerstange gleicht.

Ein anderer und besserer Baskülеverschluß der ersten Art ist bei dem auf Tafel 103 dargestellten Fenster angewendet, wovon die Fig. 1 bis 3, Tafel 108, die Details zeigen. Das untere Flügelpaar, Tafel 103, ist mit sechs Fischbändern angeschlagen und ist mit einem Baskülеverschluß versehen, während die beiden oberen Flügel zusammen vier Fischbänder haben und mit einem Vorreiber geschlossen werden. Auf der Schlagleiste A, Fig. 1 und 3, Tafel 108, sitzt der Baskülebeschlag, oder er wird unter der Schlagleiste versteckt, wobei nur die Olive sichtbar bleibt, Fig. 4, Tafel 104. Wie Fig. 2, Tafel 108, zeigt, enden die beiden Riegelschafte a und b in gekröpfte, kurze und gezahnte Stangen, die durch einen Trieb c mittels der Olive d, Fig. 1 und 3, auf- und abwärts bewegt werden können. Ein Kästchen, das den Trieb und die gezahnten Riegelenden umschließt, wird auf der Schlagleiste festgeschraubt oder in dieselbe eingestemmt; aus diesem Kästchen tritt der an der Zahnung des unteren Riegels angebrachte Ansatz f heraus und legt sich in den Schließhaken g, der am anderen Flügel befestigt ist. Für die Bewegung des Ansatzes f muß im Kasten der nötige Spiel-

raum geschaffen werden. Nach dieser Vorrichtung ist bei den Flügeln nicht allein oben und unten, sondern auch in der Mitte ein Verschluß bewirkt, um das Verziehen des Rahmholzes zu verhindern. Die Fig. 8 bis 10, Tafel 108, zeigen den Einsatz des Riegelkopfes a, des unteren Riegels a in das Schließblech h, der im Grundriß in Fig. 10 gezeichnet ist. k ist eine Messinghülse, die dem Riegel a zur Führung dient und ebenso gut durch eine einfachere Hülse ersetzt werden kann.

Die an sich wünschenswerten geringen Querschnittsabmessungen der Fensterrahmen gestatten oft nicht eine entsprechend starke Ausbildung der Beschläge; das „Versacken" der Flügel und häufige Nacharbeit an den Verschlüssen sind die Übelstände, welche hieraus entspringen. Eine an Baskülеverschlüssen anbringbare Neuerung von Spengler in Berlin, die in Fig. 807 dargestellt ist, wirkt denselben entgegen. Die untere Schließkramme des Ver-

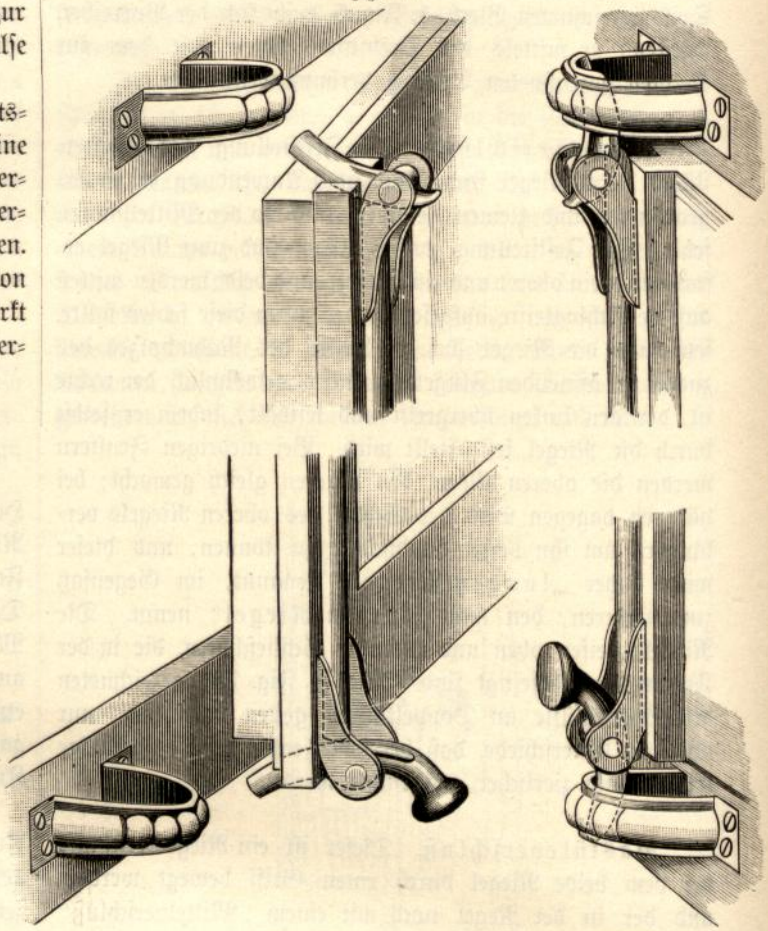
Fig. 807.



schlußriegels erhält anstatt der schrägen Gleitfläche eine Gleitrolle. Auf beide Riegelköpfe sind verbreiternde Schuhe aufgeschoben, die zugleich die bequemere Regulierung der Riegellängen auf dem Bau selbst, ohne umständliches Ausschmieden, gestatten. Beim Schließen erfaßt der untere Schuh die Gleitrolle schon, bevor der Flügel vollständig angedrückt ist; das Drehen des Riegelgriffes hebt dann die Vorderecke des Flügels leicht an und bewirkt bei mäßigem Gegendruck das schlittenartige Eingleiten des letzteren in seinen Falz.

Die starke Abschrägung der oberen Schließkramme, bei der die Rolle weggelassen werden kann, leitet dabei auch den oberen Riegelkopf sicher in die Verschlußlage. Die somit stattfindende Verringerung der Beanspruchung der Triebzähne sichert denselben eine größere Dauer. Zur besseren Befestigung, als sie die üblichen Schraublappen zulassen, erhalten die Schließkrammen versetzte, hebelartig wirkende Einstecklappen. Um den Bezug zu erleichtern, werden diese sogenannten „Rollriegel" als Massenartikel fabrikmäßig hergestellt, und zwar zu einem erprobten Fensterprofil passend, welches in s = 16 mm, in t = 17 mm und in h = mindestens 25 mm mißt.

Fig. 808.



Geöffnet. Geschlossen.

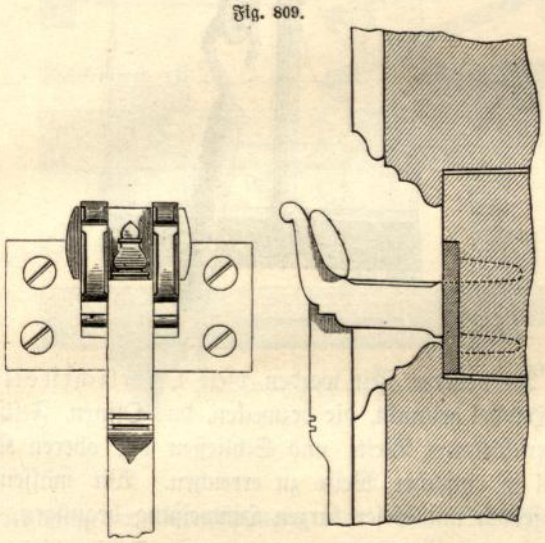
Auch der unter dem Namen „Lohmanns Anziehkloben" patentierte Baskülеverschluß bezweckt ein festes Anziehen und sicheres Schließen der Fensterflügel dadurch zu erreichen, daß die durch die Triebstange in Bewegung gesetzten Haken der Schließvorrichtung zugleich eine auf das Heranziehen des Flügels gerichtete hebelnde Wirkung ausüben. Die (in halber natürlicher Größe gehaltenen) Abbildungen Fig. 808, von denen die eine die Vorrichtung in geöffnetem, die andere in geschlossenem Zustande darstellt, machen eine weitere Erläuterung entbehrlich.

Der Baskülеverschluß der zweiten Art mit einer Triebstange (Hebelbaskülе) ist auf Tafel 109 in den Fig. 7 bis 10 dargestellt. Fig. 9 ist die vordere und Fig. 10 die Seitenansicht des mittleren Verschlusses.

Fig. 7 ist ein Durchschnitt dicht an der Schiebstange. Fig. 8 und letztere Figur ist eine Vorderansicht nach Wegnahme des Ruders und des Schließklobens. Bei diesem Beschlag kann die Schlagleiste, somit auch das Rahmholz, schmäler gemacht werden, da das Getrieb in eine zur Fensterfläche senkrechte Lage kommt, während dies bei den Verschlüssen erster Art in entgegengesetzter Richtung der Fall ist. Ferner steift die einzige Triebstange das mittlere Flügelrahmholz weit mehr ab, als dies zwei Triebstangen ersterer Art zu thun vermögen.

Auf das Unterblech des Kastens sind die Seitenflächen b b, Fig. 8, genietet und das Ganze durch ein hinten angebrachtes Blech g, Fig. 7, das in das Rahmholz eingelassen und verschraubt ist, befestigt. Die Triebstange f, Fig. 7, hat in der Mitte drei Zähne, in welche die des Ruders eingreifen und die Bewegung veranlassen. Die Achse des Rudergetriebes liegt in den Seitenbacken b b.

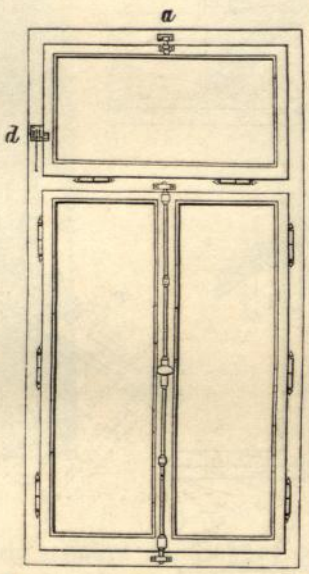
Fig. 809.



Die Zeichnung stellt den Baskülebeschlag in geschlossenem Zustande dar. Beim Öffnen wird das Ruder heruntergedrückt und die Triebstange in die Höhe geschoben, wobei die Nase d der Triebstange sich aus dem Schließhaken c heraushebt, sowie das obere und untere Ende der Triebstange aus den Schließhaken ausgehoben werden. Der untere Haken kann wie der in Fig. 8 und 10, Tafel 108, abgebildete gestaltet sein, dagegen ist der obere Haken nach Fig. 809 herzustellen, in den sich ein am Ende der Triebstange angebrachtes Querstück hineinlegt. Außer den an den Enden der Triebstange angebrachten Führungshülsen können noch je nach der Länge der Stange 1 bis 2 weitere Hülsen angebracht werden.

Espagnolettstangen-Verschluß. Dieser Verschluß, der früher vielfach verwendet wurde und den Vorzug hat, die Flügel fest in die Falze zu drücken, besteht aus einer Rundstange von einer Länge gleich der ganzen Höhe des Flügels und 15 bis 20 mm Durchmesser, und liegt als Rundstab zwischen den doppelten Kehlleisten der Schlagleiste, Fig. 3, Tafel 109. Die Espagnolettstange ist an vier Stellen c, Fig. 1, etwas ausgedreht, Fig. 5, um sie mit Ösen umfassen und mit dem Rahmholz verbinden zu können. Dadurch wird die Stange gegen Ausbiegungen geschützt, ohne sie an der Drehung um ihre Achse zu hindern. Anstatt der Ösen kann die Stange auch an den Befestigungsstellen noch verstärkt werden, wie dies in Fig. 6 im Durchschnitt und der Ansicht dargestellt ist. Oben und unten befinden sich an der Stange horizontale Haken a, nach Fig. 4, Tafel 109, welche keilförmig ge-

Fig. 810.

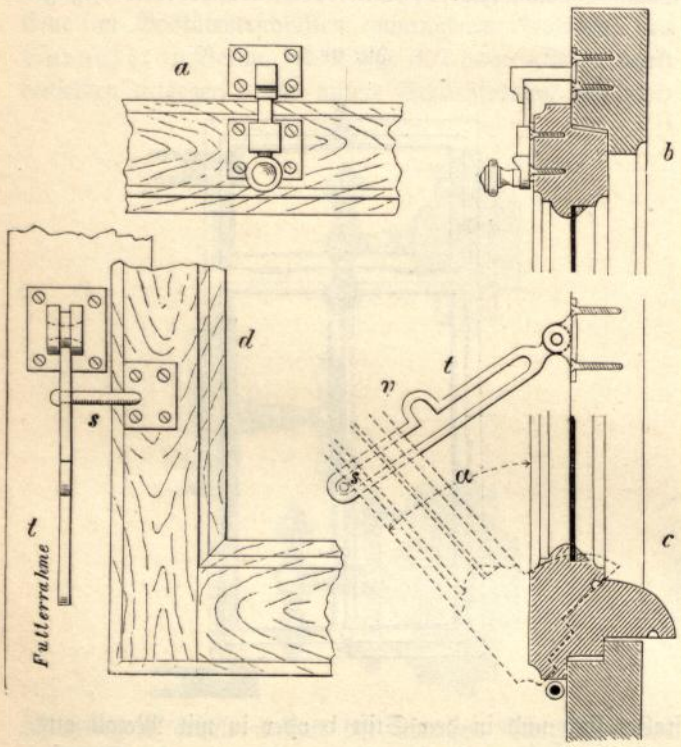


staltet sind und in den Stift b oder in mit Metall ausgefütterte Öffnungen eingreifen, welche oben im Kämpfer, unten in der Futterrahme angebracht sind und sich beim Zudrücken des Fensters fest anziehen. In der Mitte der Stange oder in der Linie einer Fenstersprosse befindet sich das Ruder, A, Fig. 1 und Fig. 2 bis 3, Tafel 109, mit welchem man die Stange um ihre vertikale Achse drehen und so die Haken zum Ein- und Ausgriffe bringen kann. Das Ruder selbst ist aber, nahe seiner Befestigung, mit einem Gelenk versehen, welches eine Drehung um eine horizontale Achse und das Niederlegen des vorderen Armes in einen an dem zweiten Fensterflügel befestigten Haken gestattet. Beim Öffnen des Fensters wird daher zuerst das Ruder mit vertikaler Drehung aus dem Haken gehoben und dann horizontal umgedreht, um durch diese letztere Bewegung auch die Haken der Stange aus ihren Ein-

griffen zu bringen. Beim Schließen verfährt man natürlich umgekehrt. Die Flügel werden dadurch nicht allein oben, unten und in der Mitte, sondern außerdem in ihrer ganzen Längenrichtung aufeinander gepreßt.

Der Espagnolettverschluß eignet sich besonders für große und schwere Flügel, wo er weit bessere Dienste leistet, als der gewöhnliche Baskülеverschluß. Einem richtig ausgeführten Hebelbaskûle ist er jedoch nicht überlegen, und da die für das Öffnen und Schließen auszuführenden Bewegungen umständlicher sind als bei letzterem, so findet der Espagnolettverschluß in neuerer Zeit nur noch selten Anwendung.

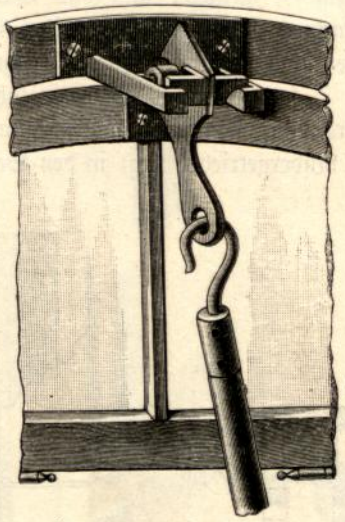
Fig. 811.



Wie schon bemerkt wurde, werden in neuerer Zeit sehr häufig dreiflügelige Fenster nach Fig. 810 angeordnet. Dabei dreht sich der obere Flügel um die untere, durch die Mitte der beiden Fischbänder gehende Achse, wenn er geöffnet oder geschlossen werden soll. Die hierzu erforderlichen Beschlagteile sind in Fig. 811 a bis d dargestellt, wobei die Buchstaben a bis d die gleichen Beschlagteile in Fig. 810 bezeichnen. Der Verschluß Fig. 811 a und b wird durch eine „Federfalle“ oder durch den Maraskyschen Klappfensterverschluß, Fig. 812, bewirkt, bei welch letzterem in sinnreicher Weise an dem Verschlußhebel eine Nase angebracht ist, die sich bei der Bewegung des ersteren gegen den Futterrahmen stemmt und das Fenster aus dem Falz herausdrückt.

Die Stellung des geöffneten Fensters wird gesichert durch eine Schere t, in der ein an dem Flügel befestigter Stift s läuft; läßt man diesen in die Ausbiegung v der Schere einfallen, dann ist der Flügel nur um den halben Winkel α geöffnet. Je nach der Länge der Schere und der Höhe ihrer Befestigung wird der $\sphericalangle \alpha$ zu- oder abnehmen. Die Schere ist zwischen zweien Backen drehbar befestigt, die auf einer Unterlegplatte vernietet sind, und die auf die Futterrahme aufgeschraubt ist.

Fig. 812.



In neuerer Zeit werden viele Oberlichtsteller in den Handel gebracht, die bezwecken, das Öffnen, Feststellen in verschiedener Weite und Schließen der oberen Klappflügel in einfacher Weise zu erreichen. Wir müssen uns hier jedoch mit dieser kurzen Hinweisung begnügen.

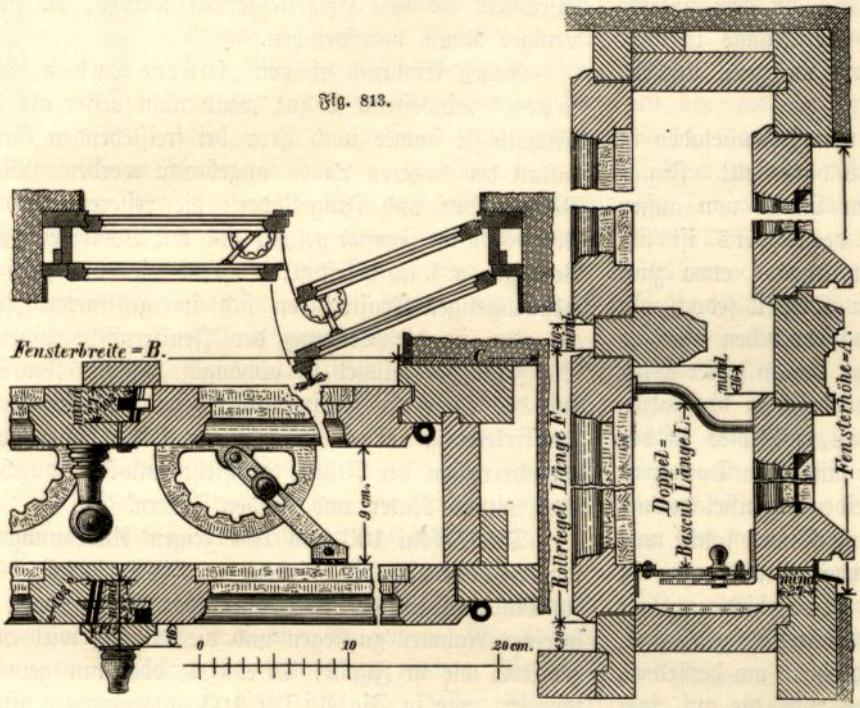
Bei Doppelfenstern erhält jedes Fenster besonderes Beschläg, und es ist nur durch besondere sogenannte Anschlagstifte, die in der Regel an den oberen Schenkeln der äußeren Drehflügel angebracht werden, Vorsorge zu treffen, daß die Flügel in geöffnetem Zustande so weit auseinander gehalten werden, daß die Olive oder das Ruder des Baskülеverschlusses des äußeren Fensters die Scheibe des inneren Flügels nicht treffen kann.

Bei dieser Konstruktionsweise wird jedes Fenster für sich geöffnet und geschlossen. Es ist aber auch möglich, je ein Flügelpaar in einer Weise zu verbinden, daß gleichzeitige Drehung und beliebige Feststellung stattfinden kann, wie dies z. B. bei Spenglers Patent-Spangenfenster der Fall ist. Wie aus Fig. 813 ersichtlich ist, bewirken hier besondere „Gelenkspangen“, die für die Reinigung der Scheiben leicht ausgehängt werden können, die gleichzeitige Drehung, und ermöglichen in Verbindung

mit einem Stellbogen und einer Klemmschraube die Feststellung des geöffneten Flügelpaares in beliebiger Lage.

Die eigenartige Anbringung der Stellschraube bewirkt, daß die Arretiervorrichtung nicht ganz starr ist, sondern bei Stößen etwas nachgiebt; die bei anderen ähnlichen Vorrichtungen so häufig vorkommenden Beschädigungen der Flügel bezw. der Stellvorrichtungen fallen daher bei

Fig. 813.



Anwendung der Gelenkspangen fort. Beim Schließen des am rechten Innenflügel angebrachten Rollriegelbasküls werden auch die Außenflügel, und zwar unten durch die „Spangen", oben durch die Pfuffer, so fest in ihren Falz gedrückt, daß für die warme Jahreszeit das Schließen des am linken Außenflügel angebrachten Reserveverschlusses nicht unbedingt notwendig ist. Dieser letztere Verschluß kann außer zum Festschließen der Außenflügel auch noch zum Festhalten des linken Flügelpaares bei geöffnetem rechten Flügelpaare benutzt werden; die schädlichen Verklemmungen der Wasserschenkel beim Öffnen werden somit vermieden. Je mehr die Zwischenfutter zusammentrocknen, desto besser wird das Außenfenster vom Innenfenster in seinen Falz gedrückt.

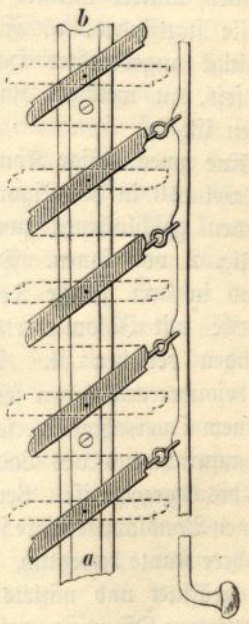
Beim Patent-Spangenfenster ist es somit ermöglicht, entweder das rechte oder das linke, oder beide Flügelpaare leicht und bequem zu öffnen, zu schließen, oder in beliebig geöffneter Lage festzustellen.

C. Die Laden.

§ 12.

Die Konstruktion hölzerner Laden möge hier am Schlusse des Kapitels über Thüren und Fenster ihren Platz finden, da sie insbesondere zu den letzteren in nähere Beziehung treten.

Fig. 814.



Die Laden zerfallen in äußere und innere und bezüglich der Konstruktion in ordinäre und gestemmte.

Die ordinären Laden werden wie die ordinären Thüren konstruiert, und bestehen somit aus verleimten oder gespundeten Brettern mit Einschiebleisten von Eichenholz; außerdem wird das obere und untere Ende mit je einer eichenen Leiste, „Hirnleiste", versehen, die das Hirnholz gegen das Eindringen der Feuchtigkeit schützen und mit den Einschiebleisten das Werfen und Verziehen des Ladens verhindern sollen. Diese Laden werden nur an untergeordneten Gebäuden angewendet.

Die Konstruktion gestemmter Laden bietet ebenfalls nichts Neues, indem wir wieder ein Rahmwerk mit Füllungen haben. Da solche geschlossene Laden jedoch keinen Zutritt von Licht und Luft gestatten, so wird der Rahmen ganz oder teilweise mit schräg gestellten, 3 bis 6 cm von einander entfernten Brettchen versehen, wodurch sogenannte Jalousieladen entstehen. Die Brettchen können

entweder in die Rahmen fest eingelassen oder beweglich sein. Sie werden 6 bis 9 cm breit, 15 bis 20 mm dick gemacht und unter einem Winkel von etwa 45° gestellt. Sollen die Brettchen beweglich eingerichtet werden, so bekommt jedes an beiden Enden einen eisernen Zapfen, um den es sich drehen kann. Diese Zapfen laufen in schmiedeisernen, an den Rahmen angeschraubten Schienen. Die Mitte der Brettchen wird mit einer eisernen Zug- oder Stellstange verbunden, mittels welcher das Öffnen und Schließen der Jalousie stattfindet, a, Fig. 814; ein an dem unteren Rahmstück angebrachter Haken hält die Stange in ihrer Lage fest, zu welchem Zweck sie mit mehreren Löchern versehen ist.

Eine zweckmäßige Konstruktion von Jalousieladen ist auf Tafel 110 in den Figuren 1 bis 8 dargestellt. Fig. 1 zeigt den geschlossenen zweiflügeligen Laden von außen und Fig. 2 von innen. Die Höhe des Ladens ist annähernd in drei gleiche Teile geteilt, wovon etwa zwei Drittteile mit Jalousiebrettchen, ein Dritteil jedoch mit Füllungen versehen ist. Die Jalousiebrettchen sind in einen besonderen Rahmen fest eingesetzt, der in seiner Mitte mit einem Querrahmen versehen ist und sich in die Falzen des Hauptrahmens des Ladens einlegt, wie dies in den Fig. 4 bis 6 gezeigt ist. Vermöge der mit einem Dorn verbundenen Bandlappenpaare sind die beiden Jalousieladen um ihre obere Kante beweglich, Fig. 3, und können solche nach außen geöffnet und mittels der eisernen Stellstange, die mit mehreren Öffnungen versehen ist, in verschiedener Lage erhalten werden. Das untere Ende der Stellstange, Fig. 8, ist um einen Dorn umgebogen und drehbar um denselben, welcher mit seinen Enden in Pfannen ruht, die auf einer Platte vernietet und am unteren Querrahmen des Jalousieladens angeschraubt sind. Das obere Ende der Stange wird durch einen Drehstift festgehalten, wie Fig. 7 zeigt; soll dieselbe vom Laden abgelöst werden, so wird der Kopf des Drehstiftes in die vertikale Lage gebracht, worauf die Stange durch einen schlitzartigen Ausschnitt vom Drehstift entfernt und zur beliebigen Stellung des Ladens verwendet werden kann. Eingesetzt wird die Stellstange in einen Stift, Fig. 8, der unten am Hauptrahmen angeschraubt ist. Es bleiben somit die beiden Ladenflügel für gewöhnlich geschlossen, und nur wenn das Bedürfnis nach mehr Licht und Luft eintritt oder man Aussicht haben und zugleich die Sonne abhalten will, werden die jalousieartig behandelten Ladenteile geöffnet. Wenn äußere Laden angebracht werden sollen, sind die Gewände und der Sturz mit einem Falz zu versehen, der mindestens so tief sein muß, als der Laden dick ist.

Die ordinären Laden werden mit Langeband, die gestemmten mit Winkelband oder Schippenband beschlagen, wie Fig. 1, Tafel 110, dies zeigt. Der geschlossene Laden kann nun gehalten werden durch einen einfachen Haken, oder durch Riegel, Baskülеverschluß u. s. w. Der geöffnete Laden wird durch einen Vorreiber an die Wandfläche gedrückt, oder mittels eines Riegels festgehalten.

So zweckmäßig die äußeren Laden auch sein mögen, so lassen sie sich doch an architektonisch durchgebildeten Fassaden meistens nicht anbringen, außer man fertigt sie aus schmalen Teilen, um sie in die Leibung der Fenstergewände zu legen, in welchem Fall sie freilich besser von Eisenblech als von Holz hergestellt werden, da sie dann weniger Raum beanspruchen.

Gegen Einbruch schützen „innere Laden, Nachtladen“ mindestens so gut, wenn nicht besser als äußere, weshalb sie immer noch gern bei freistehenden Gebäuden anstatt der äußeren Laden angebracht werden. Man hat Vorstellladen und Flügelladen; die ersteren werden des Abends an die Fenster gestellt und mit Vorreibern, eisernen Vorlagen u. s. w. befestigt, während die ein-, zwei-, oder mehrflügeligen Fensterladen sich im geöffneten Zustande an oder in die Leibung der Fensternische hineinlegen. Die Zahl der Flügel ist abhängig von der Fensterbreite und der Tiefe der Fensternische, bezw. von der Breite der Fensterleibung. Das Brechen der Laden oder das Aneinanderreihen der Flügel geschieht entweder durch Falze oder mittels Nuten und runden Federn.

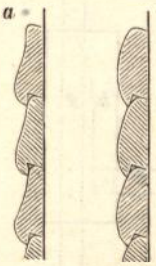
Die Tafeln 103 und 104 zeigen Anordnungen von inneren Laden, wobei die Leibung, Fig. 2, Tafel 104, einen ein Mal gebrochenen Laden aufnimmt. Der Laden kommt in einen Rahmen zu liegen und die Leibung wird entweder getäfert, wie in Fig. 2, Tafel 104, oder nur geputzt und tapeziert, wie in Fig. 3, Taf. 103, angenommen ist. Zur Bewegung innerer Laden werden Scharnierband und zum Verschluß Vorreiber, oder in Schließhaken gelegte Überschweife, Vorlegestangen, Baskule u. s. f. verwendet.

Am meisten Anwendung finden in neuerer Zeit Rolladen, von denen auf Tafel 111 und 112 einige Konstruktionen dargestellt sind.

Der auf Tafel 111 gezeichnete Rollladen besteht aus Holzleisten, die auf Leinwand, „Drell“, aufgeleimt sind. Die gewöhnlich vorkommenden Formen dieser Leisten sind in einem Viertel wahrer Größe aus Fig. 815 a und b zu ersehen. Das obere Ladenende wird auf einer hölzernen Welle oder Walze a, Fig. 4, befestigt, während das untere mit der Winkelschiene b, Fig. 5, versehen ist, die beim Aufsitzen des Ladens die untere Leiste gegen Beschädigung schützt, das Regenwasser abhält und beim Aufziehen den Laden hindert, weiter zu gehen als nötig ist, das ist bis c, Fig. 4. Die Führung des Ladens findet vor dem Fenster, dem sogenannten „Stillstand“ in U-Schienen, statt, Fig. 3 und 6. Die eisernen Zapfen der Welle liegen in Lagern, die in Stein befestigt sind, Fig. 7. An einem Ende der

Welle befindet sich zur Befestigung des Riemens, Gurtes oder Seiles die sogenannte obere gerinnte Riemenscheibe d, Fig. 4 und 7. Zur Revision der Welle und Vornahme etwaiger Reparaturen ist die Untersicht der Fensternische e, Fig. 2 und 4, zum Umklappen eingerichtet. Zu demselben Zweck ist an der gestemmten Verkleidung der Leibung der Fensternische bei f, Fig. 2, 3 und 6, ein Thürchen angebracht, um zur unteren Riemenscheibe gelangen zu können. Dieselbe ist mit dem Bügel g, Fig. 8, verbunden, welcher mit zwei Steinschrauben befestigt ist. Zwischen den beiden Platten der Riemenscheibe befindet sich die Welle h, auf welcher sich der Riemen oder das Seil auf- und abwickelt.

Fig. 815.



Die Bewegung dieses großen Schaufensterladens erfolgt mittels einer Kurbel, die am Dorn i eingesetzt wird. Zur Sicherheit gegen das Herabfallen des Ladens ist das Sperrrad mit der Sperrklinke angebracht.

Der Rollladen Tafel 112 stellt einen solchen für Wohngebäude dar und ist in Fig. 1 halb von innen, halb von außen gesehen gezeichnet.

Die Konstruktion des Ladens unterscheidet sich von der des vorhergehenden dadurch, daß die Leisten nicht auf Leinwand geleimt, sondern durch drei Stahlbänder a, Fig. 1 und 4, zusammengehalten werden. Die unterste und oberste Leiste wird mit den Stahlbändern verschraubt, während von den übrigen stets eine über die andere, Fig. 4, mit denselben durch Schrauben verbunden wird. Zur Gewinnung von Licht und Luft sind die Leisten bis auf wenige mit Ausschnitten nach Fig. 5 versehen.

Der Laden kann im unteren Teil von beliebiger Höhe nach außen gestellt werden. Zu diesem Zweck ist die U-Schiene, welche, wie bei Tafel 111, Fig. 6, dem Laden als Führung dient, vor die Flucht die Leibung gelegt, bei b, Fig. 1, 2 und 6, Tafel 112, gestoßen und mit einem Gelenk versehen, wie dies Fig. 6 in größerem Maßstab darstellt.

Was die Stellvorrichtung betrifft, so besteht diese aus zwei Stellstangen c, Fig. 1 und 2, von 0,64 m Länge, die an beiden Seiten des Ladens angebracht sind. Um sie bequemer an den Fensterleibungen anordnen zu können, sind sie aus je zwei mit einem Gelenk d, Fig. 7, verbundenen Teilen hergestellt. Daselbst ist das eine untere Ende e auf einer Unterlagplatte f, Fig. 7 bis 9 und 12, drehbar befestigt, während das andere Ende mit einer Stange g, Fig. 7, 9 bis 12, fest verbunden ist, die in den U-Schienen lagert und mit diesen und dem Laden sich nach außen bewegt. Zu diesem Zweck ist an einer der beiden Stellstangen der Arm hi, Fig. 7 und 8, angebracht, welcher bei i, Fig. 7, gefaßt und nach der angedeuteten Pfeilrichtung nach außen gedrückt wird, worauf sich Punkt g und mit ihm der Laden nach außen öffnet. Die Stange g ist nach außen durch eine Winkelschiene k, Fig. 7 und 9 bis 11, versteckt, auf welcher sich der Laden beim Herablassen aufsetzt. Die Enden der Winkelschiene sind mit den beiden U-Schienen vernietet. Hierzu muß noch bemerkt werden, daß zum Verschluß des herabgelassenen Ladens, damit er nicht von außen in die Höhe gedrückt werden kann, eine in seiner Mitte angebrachte Federfalle, Fig. 10 bis 11, dient. Während man daher mit der einen Hand den Knopf i, Fig. 7, behufs der Ladenöffnung faßt, drückt man mit der anderen auf die bogenförmige Feder l, Fig. 10 bis 11, wodurch der Haken m sich auslöst und der Laden geöffnet werden kann. Fig. 8 ist die Seitenansicht von Fig. 7, und Fig. 12 die Seitenansicht von Fig. 7 ohne den Arm hi, welcher, wie bereits erwähnt wurde, nur an einer Stellstange angebracht ist. n, Fig. 2, ist eine drehbare Walze, die zur Leitung des Ladens dient. Zum Aufziehen des Ladens bedient man sich einer auf der Riemenscheibe befestigten Gurte o, Fig. 2, die aus der mit einem Thürchen versehenen Öffnung p herausgenommen und wieder hineingelegt wird, wenn der Laden aufgezogen ist. Dabei muß die Feststellung durch einen sogenannten „Feststeller“ erfolgen, der die Gurte festklemmt, oder es werden, wie dies neuerdings geschieht, sogenannte „Gurtaufwickler“ angebracht, d. h. Federkasten, in denen sich die Gurte selbstthätig aufwickelt, und die gleichzeitig mit entsprechender Feststellvorrichtung versehen sind.[1])

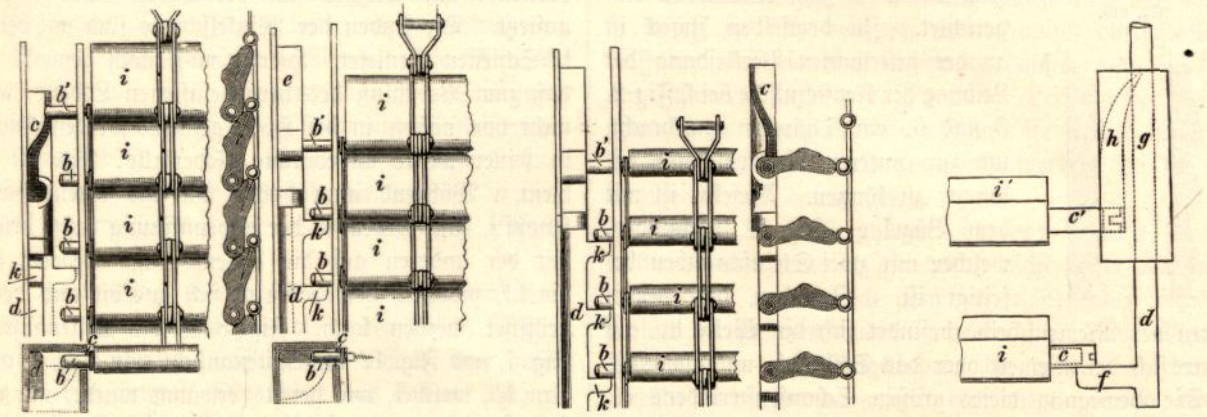
Statt die Holzstäbchen mit Gurten oder Stahlbändern fest zu verbinden, hat man, um größeren Lichteinfall und besseren Luftdurchgang zu erreichen, die einzelnen Stäbe verstellbar mit durchgesteckten einzelnen Stahlplättchen verbunden; diese schließen sich beim Herablassen des Ladens fest aufeinander, während sie sich beim Aufziehen von Stab zu Stab rund 10 mm auseinander ziehen und Licht und Luft nach innen durchlassen. Die Stäbchen sind jedoch so profiliert, daß keine Sonnenstrahlen einfallen können. Noch weitergehenden Anforderungen entspricht die durch Patent geschützte Ladenkonstruktion mit drehbaren Stäben von C. W. Fuchs in Pforzheim, Fig. 816. Dieselbe stellt sich als eine sinnreiche Verbindung der Stäbchenjalousien und der Rollladen dar und gestattet den größten Licht- und Luftzutritt, der überhaupt an einem Rollladen erreichbar ist. Auch kann der Laden, wie der auf Tafel 112 dargestellte, nach außen gestellt werden.

Die Stäbchen sind auf der inneren Seite durch eine eigentümlich konstruierte Kette a verbunden, von der jedes

1) Siehe auch Centralblatt der Bauverwaltung 1895, S. 132; 1896, S. 444, und 1899, S. 276.

Glied an dem oberen Ende eines Stäbchens durch eine Schraube befestigt ist. In die Hirnseite jedes Stäbchens sind Zapfen c eingeschraubt, die Führung in den beiderseitig angebrachten eisernen Laufnuten finden. Das Wesentliche der Einrichtung besteht nun in der Einlagerung gezahnter Eisenstäbchen d in jede Laufnut, deren Zähne der Höhe der Stäbchen entsprechen; auf diese Zähne f legen sich die Zapfen c in geschlossenem Zustande des Ladens. Die Eisenstäbchen stehen während des Herunterlassens rechtwinkelig zu dem Laden und werden durch den letzten obersten Stab um 90° gedreht, so daß sie parallel zu dem Laden stehen und die Zapfen c auf den Zähnen aufliegen. Die Drehung wird durch einen längeren Laufzapfen c′ des oberen Stäbchens bewirkt, der in eine Nut des Eisenstabes greift, die schraubenförmig gestaltet ist.

Fig. 816.



Ist der Laden ganz herabgelassen, so genügt ein Nachlassen des Gurtes, um die Stäbchen in wagrechte Stellung zu bringen, wodurch der Laden wie eine Jalousie geöffnet ist. Beim Aufziehen des Ladens drehen die beiden Zapfen c′ die Stäbchen wieder zurück; die Zapfen c werden frei, so daß das Aufziehen ungehindert geschehen kann.[1])

1) Siehe auch Centralblatt der Bauverwaltung 1899, S. 256.

Vierzehntes Kapitel.

Die Gerüste.

§ 1.

Allgemeines.

Unter den Gerüsten verstehen wir Zimmerungen, die nur auf kürzere Zeit und nur als Mittel zum Zweck dienen sollen, entweder nur als Lehren oder Modelle zur Darstellung anderer Bauwerke, wie die Lehrgerüste der Gewölbe u. s. w., oder als Mittel, um die Ausführung eines Gebäudes zu ermöglichen, indem sie sowohl den Handwerkern den Zugang zu den verschiedenen Teilen des Gebäudes und das Arbeiten an denselben gestatten, als auch den Transport der verschiedenen Materialien an die Arbeitsstellen erleichtern. Diese Zimmerungen müssen die nötige Sicherheit und Festigkeit haben, doch dienen sie immer nur verhältnismäßig kurze Zeit, so daß bei ihrer Konstruktion zwar die Festigkeit, doch weniger die Dauer zu berücksichtigen ist.

Die bei der Ausführung der Bauten zur Verwendung kommenden Maschinen zur Hebung bedeutender Lasten und dergl., die mit den Gerüsten das gemein haben, daß sie nur kurze Zeit an einem Orte gebraucht werden, und daher eine solche Konstruktion bekommen, daß sie leicht aufgestellt, und ebenso leicht wieder abgeschlagen werden können, nennt man wohl Gerätschaften. Es gehören dahin die zum „Aufschlagen“ oder „Richten“ der Gebäude gebräuchlichen Vorrichtungen, die verschiedenen Hebegeschirre zum „Versetzen“ großer Werkstücke, oder zum Heben eingeschlagener Balkenlagen u. s. w. Ebenso die verschiedenen Rammen zum Einschlagen der Grundpfähle, die Grundsägen und die einfachen Wasserhebemaschinen.

Wir teilen die Gerüste in solche, die zur Ausführung der Gewölbe als Lehren gebraucht werden, und welche daher auch Lehrgerüste heißen, und in solche, die den Arbeitern als Standort und zum Transport der Materialien dienen, und die wir unter dem Namen der Baugerüste zusammenfassen.

§ 2.

Die Lehrgerüste.

Die Lehrgerüste sind Zimmerungen, die die Leibung der Gewölbe darstellen und über welchen das Gewölbe gleichsam wie ein Mantel aufgeführt wird. Die konvexe Fläche dieser Gerüste wird meistens aus Latten, Brettern oder stärkeren Hölzern gebildet, die mit der Achse der Gewölbe parallel laufen und an einzelnen Punkten, deren Entfernung voneinander sich nach der Gewölbelast oder der Stärke der „Einschalung“ richtet, durch bogenförmig gestaltete Rippen, Lehrbogen, gestützt werden. Es handelt sich daher hauptsächlich um die Konstruktion dieser Rippen sowie um die Anordnungen, die deren Stand gegeneinander und gegen die Achse des Gewölbes sichern sollen. Letztere kann man, ähnlich wie bei den Dächern, den Längenverband nennen, wie denn überhaupt die ganze in Rede stehende Konstruktion sich sehr wohl mit einem Pfettendache vergleichen läßt. Die Rippen treten an die Stelle der Binder, und die Schalhölzer an die der Pfetten.

Bei der Konstruktion dieser Rippen müssen wir solche unterscheiden, welche, außer an ihren Endpunkten, in so kurzen Entfernungen feste Stützpunkte haben, daß keine künstlichen Verstärkungen der zwischen diesen Stützpunkten angebrachten Hölzer nötig werden, von denen, die nur an ihren beiden Endpunkten, oder wenn auch zwischen diesen, doch im ganzen nur einzelne feste Stützpunkte haben, so daß zwischen ihnen künstliche Verstärkungen, Hänge- oder Sprengwerke u. s. w. nötig werden. Die ersteren nennen wir feste Lehrgerüste, die anderen gesprengte, bei denen man noch die ganz gesprengten von den teilweise gesprengten unterscheiden kann.

Zu den festen Lehrgerüsten müssen wir auch die sogenannten Gewölbescheiben, wie sie zur Einwölbung von Mauerbogen oder kleineren, leichten Gewölben gebraucht

werden, rechnen, denn wenn sie auch zuweilen nur an ihren Endpunkten unterstützt sind, so werden zwischen diesen doch keine künstlichen Verstärkungen angebracht. Auf welche einfache Weise solche Gewölbescheiben angefertigt und aufgestellt werden, haben wir bereits bei den Steinkonstruktionen besprochen, so daß wir auf diese einfachen Konstruktionen hier nicht wieder zurückzukommen brauchen. Ebenso ist im I. Bande die Zeichnung der verschiedenen Bogenlinien, nach denen die Oberflächen der Rippen gestaltet werden, besprochen, so daß wir diese ebenfalls als bekannt ansehen können.

Erhalten die Bogen und Gewölbe mehr wie etwa 2 bis 3 m Spannweite, so werden Lehrbogen verwendet, die in der Regel aus zwei Lagen Dielen bestehen, wie solche bereits im I. Band dargestellt sind. Die Stärke dieser Lehrbogen ist abhängig von ihrer Belastung, von ihrer Entfernung voneinander und von der Art ihrer Unterstützung. Lehrbogen, die wegen zu geringer Widerstandsfähigkeit ihre Form ändern, sind zu vermeiden, weil sich diese Formänderungen auch auf das auszuführende Gewölbe übertragen würden, weshalb auf einen soliden Längen- und Querverband der Lehrbogen und eine ausreichende Unterstützung derselben zu sehen ist.

Eine andere Konstruktion von Lehrbogen, die in den Moselgegenden gebräuchlich sein soll,[1]) ist in den Fig. 6 bis 8, Tafel 113, dargestellt. Sie bestehen aus einer rohen, etwas bewaldkanteten 15 bis 20 cm dicken Schwelle, in die in Entfernungen von 35 bis 45 cm Löcher gebohrt werden, um in dieselbe, und zwar in radialer Richtung, Stäbe von 6 bis 9 cm Dicke einschlagen zu können. Nachdem die Stäbe nach der Bogenform abgeschnitten sind, werden sie mit einer über sie gebogenen Latte mittels Nägeln befestigt, Fig. 8, Tafel 113. Die auf solche Weise erhaltenen Lehrbogen werden 60 cm voneinander entfernt aufgestellt, mit Brettern verschalt und darauf Bruchsteingewölbe von 30 bis 60 cm Stärke ausgeführt. Bei größeren Gewölben werden auf den Schwellen eine Art Dachgespärre mit zwei oder mehreren Streben errichtet und die Stäbe in die Sparren gebohrt, Fig. 6, Tafel 113. Die Stäbe werden auf diese Weise kürzer, können daher aus gewöhnlichem Spaltholze gefertigt, und die Schwellen ebenfalls aus leichtem, 12 bis 15 cm starkem Sparrenholze gemacht werden, weil sie in drei Punkten, nämlich an beiden Seiten und in der Mitte, durch untergestellte Pfosten Unterstützung erhalten. Unter der Mitte bringt man ein paar Keile an, um den Lehrbogen nach dem Schluß des Gewölbes ohne Erschütterung desselben leichter ablösen zu können.

Fig. 7, Tafel 113, zeigt einen solchen halbkreisförmigen Lehrbogen von 11,3 m Spannweite.

1) Crelle, Journal für Baukunst, Bd. I.

Das hier befolgte System ist auch schon bei größeren Lehrbogen mit Erfolg zur Anwendung gekommen, indem von mehreren Punkten aus radienförmige Stützen nach den die Krümmung des Bogens bildenden Hölzern geführt sind. Wir möchten dieses System, welches sich schon dadurch auszeichnet, daß die hauptsächlich stützenden Hölzer mit ihrer rückwirkenden Festigkeit in Anspruch genommen werden, das Fächersystem nennen.

Nach diesem System ist unter anderem das Lehrgerüst der Nydeckbrücke in Bern ausgeführt, und ist dasselbe im „Romberg'schen" Werke nachzusehen.

Fig. 1 bis 5, Tafel 113, zeigen das Lehrgerüst des mittleren Bogens der Enzbrücke bei Besigheim in Württemberg,[1]) bei welcher die einzelnen Bogen auf eingerammten Pfahlreihen ruhen und durch vertikale Stützen getragen werden. Die Bogen bestehen aus Tannenholz und sind aus dreifach übereinander liegenden Hölzern gebildet; die vertikalen Stützen sind doppelt und umfassen die Bogenhölzer zangenartig. Die Ständer stehen auf einem doppelten Keilpaare (vergl. Fig. 4 und 5), welches durch zwei andere Keile gegen die beiden Riegel xx gespannt wird. Beim Aufstellen der Bogengerüste wurden, nachdem das Kronholz a, Fig. 1, in der Pfahlreihe lag, erst die rechtwinklig über diesen liegenden Langhölzer f an ihre Stellen gebracht, sodann die horizontalen Keile g, tüchtig mit Seife eingerieben, gelegt und auf ihnen die vertikalen Stützen mit ihren Verbindungszangen aufgestellt u. s. w. Sobald das ganze Bogengerüst aufgestellt war, wurden die Bogenlinien mittels der horizontalen Keile gg geregelt, und diese Keile dann gegen das Verschieben gesichert, indem man zwischen die Längenhölzer f zwei kurze Riegel xx legte und gegen diese, von oben herab, die vertikalen Keile hh antrieb. Beim Niederlassen der Bogengerüste wurden zuerst die vertikalen Keile h h losgeschlagen, sodann die Riegel xx fortgenommen und endlich die horizontalen Keile gg auf allen Punkten des Gerüstes zugleich gelöst, wodurch eine stetige und gleichförmige Senkung erreicht wurde. Die Kronhölzer a, die wie Sattelhölzer gestalteten Unterlagen c, Fig. 1, die Stützen d zunächst an den Pfeilern und die verschiedenen Keilvorrichtungen bestanden aus Eichen-, alles übrige aus Tannenholz.

Auf die Rippen, die 1,6 m von Mitte zu Mitte voneinander entfernt aufgestellt waren, wurden die Schalhölzer bei der Wölbung nach Erfordernis aufgelegt, und zwar so, daß auf jede Steinschicht ein Holz traf, wobei aber die Lagerfugen der Wölbsteine von unten zugänglich blieben.

Das derselben Brücke zugehörige, in Fig. 1 bis 3, Taf. 114, dargestellte Lehrgerüst zeigt ein teilweise gesprengtes, weil in einem der Landbogen während des

1) Försters „Allgemeine Bauzeitung 1839".

Baues der Schiffahrt ein Durchgang offen erhalten werden mußte. Die Bogen bestehen hier aus zwei Lagen Hölzern, weil die Spannweite geringer ist, und der mittlere Teil durch ein Sprengwerk gestützt wird, das auf doppelten Pfahlreihen ruht. Die Konstruktion der festen Teile des Gerüstes ist der beschriebenen ganz gleich. Auch die Keilvorrichtung für das Niederlassen des Sprengwerkes ist der für den mittleren Bogen beschriebenen ganz ähnlich angeordnet. Die eichene Schwelle b, Fig. 1, welche die Sprengwerke aufnimmt, wurde nämlich durch die im Grundrisse, Fig. 3, angezeigten Keile f gegen den Fuß der benachbarten senkrechten Bogenstütze gestemmt, um später durch ein Lösen dieser Keile das Zurückweichen der Füße des Sprengwerkes und dadurch ein Senken desselben einleiten zu können. Die Konstruktion wird übrigens durch die Figuren, von denen Fig. 1 den Querschnitt oder die Ansicht des Bogens, Fig. 3 die Horizontalprojektion und Fig. 2 den Längenschnitt giebt, hinlänglich erläutert. Fig. 4 und 5 zeigen den Grund- und Aufriß der ganzen Brücke skizziert.

Tafel 115 stellt ein ganz gesprengtes Lehrgerüst einer Brücke dar. Die Spannweite beträgt ca. 13 m, und die Konstruktion des Gerüstes geht aus den gezeichneten Figuren so deutlich hervor, daß eine weitere Beschreibung überflüssig erscheint. Das Sprengwerk stützt sich gegen die vertikalen Pfosten D, Fig. 1, welchen die unteren Gewölbteile selbst als Widerlager dienen. Diese Pfosten stehen auf Schwellen B, Fig. 1 und 3, die unmittelbar auf Keilen A ruhen, die auf einem Absatze der Widerlagsmauer aufliegen. Mittels dieser Keile können zunächst die einzelnen Rippen in ihre richtige Lage gebracht und nach dem Schluß des Gewölbes leicht, und ohne Stöße zu verursachen, wieder gesenkt werden. Die äußere kreisförmige Begrenzung der Rippen wird durch nach der Kurve bearbeitete Hölzer C gebildet, die auf den geraden Streben des Sprengwerkes ihr Lager finden.

Als Beispiel eines Wölbgerüstes für die Herstellung eines Brückengewölbes, von 30 m Spannweite, samt Anordnung des Versetzgerüstes mögen die auf Tafel 116, Fig. 1 bis 5, dargestellten Zeichnungen dienen, welche das Gerüst der Elbbrücke bei Pirna [1]) zeigen, das zur Herstellung einer der sechs großen Gewölböffnungen verwendet wurde.

Um dem Wölbgerüst eine möglichst steife Konstruktion zu geben, wurde dasselbe aus zwei Werksätzen, Fig. 1, Tafel 116, konstruiert, deren unterer auf eingerammten Pfählen ruht und deren oberer das eigentliche Bogengerüst bildet, während zwischen beiden die Wölbgerüstschrauben s eingestellt sind. Der untere Werksatz, das Standgerüst, ist ein Stockwerksaufbau in Längen-, Kreuz- und Querverband, der obere Werksatz, das Bogengerüst, besteht aus sieben Bindern und sechs Leergebinden mit doppelten Bogenstücken. Jeder Binder erhält sechs doppelte Centralsäulen, welche in der Querverbindung verholmt, verriegelt und mit Kreuzbändern untereinander verbunden sind. Alle Verbandstücke sind mit eisernen Bolzen verschraubt, die Kurven a und die Bogengerüstbalken b sind durch Einschieblinge von hartem Holze verdübelt. Auf diesen Kurven, die in ihrer Zusammensetzung ein Siebeneck bilden, sind zur Ausgleichung in die Bogenlinie segmentförmige Holzstücke aufgesetzt, welche den Schalbrettern zur Auflage dienen.

Das Gerüst soll sich gut bewährt, aber keineswegs als zu stark erwiesen haben; es wurde beim Aufstellen und Justieren um 5 cm überhöht, um welches Maß es sich aber schon beim ersten Belasten zusammengedrückt haben soll und beim Fortschreiten der Wölbung wurden die Standgerüstbalken derart gepreßt, daß man noch eine Aussteifung mit Pfosten an diesen Stellen für nötig gefunden hatte. Insbesondere sollen die Unterlagsplatten der Wölbschrauben, welche je ein Gewicht von 33500 kg zu tragen erhielten, sich 5 cm tief in die darüber liegenden Bogengerüstbalken eingefressen haben, weshalb man bei der zweiten Aufstellung des Gerüstes die gepreßten Stellen ausschneiden und Eichenholz einsetzen ließ. Unten waren die Schrauben auf eichenen Klötzen aufgesetzt.

Was die Hochgerüste zum Wölben selbst betrifft, so bestehen diese aus zwei Fahrschlittbahnen c und d, Fig. 2, von denen die eine d die Transportbahn c, Fig. 2, 4 und 5, mit übergreift zum Abheben der Steine und des Mörtels. Die Mittellängswand f, Fig. 2, wurde zuerst auf den mittleren Wölbgerüstbinder, bei fortschreitender Wölbung aber unter Verschnitt auf das Gewölbe selbst aufgestellt. Die Hochgerüste sind aus Rundhölzern hergestellt.

§ 3.

Die Baugerüste.

Diese sind nicht nur zur Herstellung von Neubauten, sondern auch zur Reparatur derselben erforderlich.

Die Konstruktion der Gerüste und insbesondere ihre Stärke ist abhängig von der Größe und Schwere der Baumaterialien, ob z. B. Backsteine, Bruchsteine oder Quader von bedeutenden Abmessungen gebräuchlich sind. Bei Backsteinbauten werden die Steine von einzelnen Arbeitern oder auch von zweien mittels einer Trage, „Bahre“, auf die Gerüste getragen, und zwar im letzteren Fall mittels schiefer Ebenen, „Pritschen“, im ersten dagegen mit Hilfe von Leitern oder Pritschen. Dabei sind die Gerüste keiner weiteren Erschütterung ausgesetzt, als ein Mann oder zwei belastete Männer hervorbringen.

1) Ist in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover im Bd. 24 ausführlich behandelt.

Anders verhält es sich bei Bruchstein- oder Quaderbauten, bei denen ebenfalls die Mauersteine auf Bahren getragen, dagegen größere Steine, z. B. Fensterbänke, Gewände u. s. w. oft von sechs bis acht Mann auf das Gerüst gebracht werden, wodurch dieses bedeutenden Erschütterungen ausgesetzt ist. Damit die Arbeiter auf den Pritschen bequem gehen können, müssen diese die genügende Breite haben.

Die Gerüste zerfallen in:

a) Bockgerüste,
b) Stangengerüste,
c) Abgebundene Gerüste,
d) Fliegende und
e) Hängende Gerüste.

a) Bockgerüste.

Das einfachste Baugerüst wird aus „Böcken, Gerüstböcken" und darüber gelegten Dielen, „Gerüstdielen", konstruiert und kann aus einer oder mehreren Reihen übereinander gestellter Böcke bestehen, wonach man ein- oder mehretagige Bockgerüste erhält. Der Gebrauch derselben ist folgender:

Bei ordinären Backsteinbauten bedarf man nur auf einer Seite der herzustellenden Mauer ein Gerüst, weil bei diesen Mauern, wenn sie nicht stärker sind, als man noch darüber hinreichen kann, so daß also der Maurer auch an der von ihm abgewendeten Seite der Mauer die Steine „flucht- und lotrecht" verlegen, oder „über die Hand mauern kann", ein zweites Gerüst entbehrlich wird. Man bringt alsdann auf der dem Inneren der Gebäude zugekehrten Seite der Mauer die Gerüste an, wodurch man noch den Vorteil erlangt, enge Straßen durch die Gerüste nicht zu versperren. Zuerst wird ohne Gerüst bis soweit über die Fensterbrüstungen gemauert, als dies ausführbar ist; alsdann stellt man eine Reihe „Böcke", etwa 1,5 bis 2 m hinter der Mauer mit dieser parallel auf und legt kurze Hölzer, sogenannte „Netzriegel", von den Böcken nach den Fensterbrüstungen, wo sie, nötigenfalls, durch einige trocken verlegte Backsteine oder Holzklötze „unterbauet" werden. Die Netzriegel werden mit Dielen belegt und so ein Gerüst gebildet, auf welchem weiter gemauert werden kann, und zwar oft bis zur sogenannten „Gleiche", d. h. bis zu der Schicht der Mauer, auf welche die Mauerlatten mit der Balkenlage gelegt werden, und die daher horizontal abgeebnet oder „abgeglichen" wird. Kann man diese Höhe von dem Bockgerüste aus nicht erreichen, so wird auf diesem oft noch ein „Fußgerüst" errichtet, d. h. man legt aus trockenen Backsteinen, dicht an der Mauer, kleine Pfeiler zusammen und legt auf diese wieder Gerüstdielen. Ist die Mauer noch höher, so stellt man auf das erste Bockgerüst ein zweites, wobei man dann nur darauf zu achten hat, daß die Böcke des oberen Gerüstes über die Stützen des ersten zu stehen kommen und nicht über die Zwischenräume. Hat man so die Höhe der Balkenlage erreicht, so wird diese gelegt und von ihr aus gerade so verfahren, wie dies eben beschrieben wurde, so daß man selbst ein vielstöckiges Gebäude von Backsteinen aufmauern kann, ohne anderer als der Bock- und Fußgerüste zu bedürfen.

b) Stangengerüste.

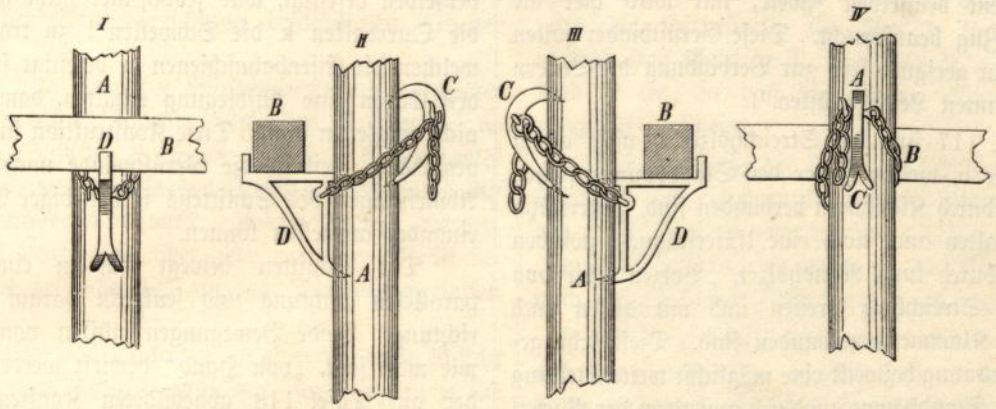
Diese am häufigsten verwendeten Gerüste werden von den Maurern aus runden, gewöhnlich von der Rinde befreiten, tannenen Hölzern aufgestellt. Ein solches Gerüst, welches für hohe Gebäude, bei denen viele Hausteine zu versetzen sind, häufige Verwendung findet, ist auf Tafel 117, Fig. 1 bis 3, dargestellt. Dasselbe besteht aus einem äußeren und inneren Stangengerüst, die unter sich solid verbunden werden müssen, weil sie die oben angebrachte Fahrbahn mit dem „Schlitten" zum Aufziehen und Versetzen der Werkstücke zu tragen haben.

Das Gerüst besteht aus den „Standbäumen" a, den „Beiständern, Bolzen" b, den „Streichstangen, Streichhölzern, Streichen" c und den „Netzriegeln, Gerüsthebeln" d, auf welche die Gerüstdielen aufgelegt werden.

Die Standbäume müssen so lang sein, daß sie noch 1,5 bis 2 m über die am höchsten zu liegen kommenden Steine hinausragen; im Fall sie verlängert werden müssen, so läßt man die Enden der Hölzer etwa 1,5 m übereinander greifen und verbindet sie mit Stricken und Spitzklammern nach Fig. 4 B. Solider ist die Verlängerung nach Fig. 4 C, bei welcher die feste Stellung der Verlängerungsstange nicht allein von der Verbindung wie bei B abhängt, sondern noch durch den Beiständer x unterstützt wird, der mit dem Standbaume mittels Spitzklammern verbunden ist. Standbäume aus einem Stück von durchgehend genügender Stärke sind selbstredend den zusammengesetzten vorzuziehen; mitunter läßt man auch ganze mit zusammengesetzten abwechseln, doch so, daß stets die beiden äußersten aus ganzen Hölzern bestehen. Die Stärke der Standbäume beträgt am unteren Ende 20 bis 25 cm, welche sich bei sehr hohen Gebäuden bis auf 30 cm steigert; ihre Entfernung von der Mauer, gegen welche man ihnen nach oben eine kleine Neigung giebt, ist abhängig davon, ob die Mauer mit oder ohne Vorbauten hergestellt werden soll und beträgt 2 bis 3 m. Unter sich haben die Standbäume eine Entfernung von circa 3 m. Sie werden 1,2 bis 1,5 m tief in den Boden eingegraben und mit Dielstücken und Steinen u. s. w. fest umschlossen, damit sie einen möglichst festen Stand bekommen, der außerdem noch durch schräg eingegrabene Hölzer, welche als Büge oder Streben wirken, gesichert wird.

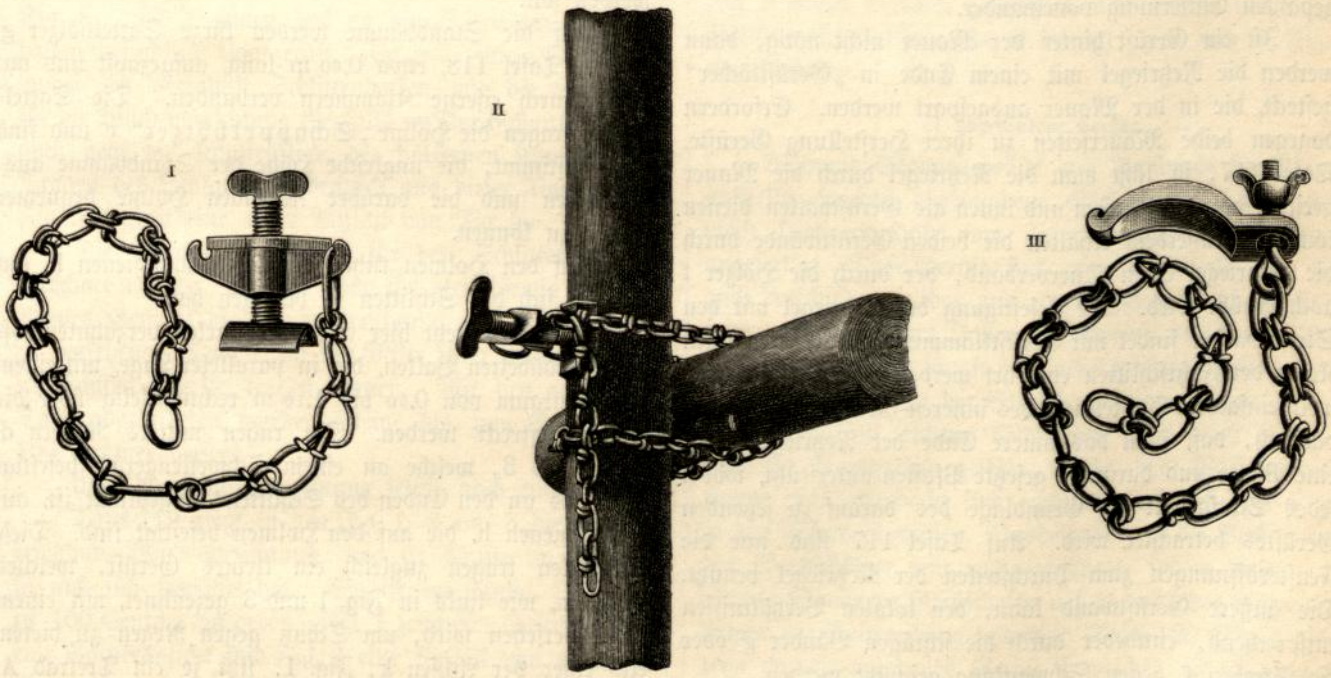
An den Standbäumen werden nun, in den für die Arbeiter passenden Höhen, die Streichhölzer c mittels Stricken oder Spitzklammern befestigt, oder durch eiserne Gerüstträger, Fig. 817. Die konsolartig gestalteten Träger D,

Fig. 817.



welche das Streichholz B unterstützen, greifen an ihrem oberen Teile mit einer einfachen, am unteren Ende dagegen mit gespaltener Spitze in den Standbaum ein, Fig. I und II, und werden in dieser Lage durch eine Kette befestigt, die sich um den Standbaum schlingt und durch eine mondsichelartige Krampe C gehalten wird. Auch diese Krampe hat oberhalb eine einfache und unterhalb eine gespaltene Spitze, um in den Standbaum A eingetrieben zu werden. Die Kette besteht aus zwei Teilen; der eine derselben ist mit einem Ende an der Krampe befestigt und kann mit dem anderen über einen Haken am vertikalen Teil des Trägers gehängt werden, Fig. I und IV. Der zweite Kettenteil ist am Träger befestigt und wird über einen Haken an der Krampe gehängt, Fig. I; dieser Kettenteil ist der längere, wie dies die Figuren zeigen, und durch seine Verlängerung oder Verkürzung wird die richtige Lage der Träger reguliert. Die Gerüstträger sind sehr solid und geeignet, große Lasten zu tragen, wenn sie aus gutem, weichem Eisen hergestellt werden.

Fig. 818.



Von den vielen neueren Konstruktionen eiserner Gerüsthaken, die sich durchweg in der Praxis nur schwer Eingang verschaffen,[1]) sei hier nur erwähnt der Gerüstbinder mit Spannung durch drückende Schraube von Apel in Konstanz, Fig. 818. Abbildung I zeigt den

1) Siehe Deutsche Bauzeitung 1889, S. 338.

Gerüstbinder lose, Abbildung II in Anwendung. Das Ganze besteht aus einer Patentstahlkette mit einer Spannschraube, die, nachdem die Kette umgelegt und eingehängt ist, gegen den Leiterbaum gedrückt wird, wodurch eine Spannung in der Kette entsteht. Die Anordnung Abbildung III dient demselben Zweck, nur wird hier die Schraube auf Zug beansprucht. Diese Gerüstbinder sollen insbesondere sehr geeignet sein zur Verbindung der Leitern bei den sogenannten Leitergerüsten.[1])

Auf Tafel 117 sind die Streichhölzer c nicht allein durch Beiständer b, welche hinter den Standbäumen stehen und mit ihnen durch Klammern verbunden sind, unterstützt, sondern sie erhalten auch noch eine Unterstützung zwischen den Ständern durch kurze Rundhölzer, „Bolzen", die von Streichholz zu Streichholz greifen und mit diesen nach Fig. 4 D durch Klammern verbunden sind. Diese sehr gebräuchliche Anordnung bezweckt eine möglichst weite Stellung der kostspieligen Standbäume, wodurch außerdem der Vorteil erreicht wird, daß man große zu versetzende Werkstücke, wie Podestplatten u. s. w., durch Wegnahme eines Bolzens leicht unter den Aufzug bringen kann.

Auf den Streichhölzern ruhen die Netzriegel d, in einer der Tragkraft der darauf zu legenden Dielen angepaßten Entfernung voneinander.

Ist ein Gerüst hinter der Mauer nicht nötig, dann werden die Netzriegel mit einem Ende in „Gerüstlöcher" gesteckt, die in der Mauer ausgespart werden. Erfordern dagegen beide Mauerseiten zu ihrer Herstellung Gerüste, Tafel 117, so läßt man die Netzriegel durch die Mauer greifen, damit sie außen und innen als Gerüstbalken dienen können. Außerdem erhalten die beiden Gerüstwände durch die Netzriegel einen Querverband, der durch die Hölzer f noch erhöht wird. Die Befestigung der Netzriegel mit den Streichbalken findet mit Gerüstklammern oder Seilen statt. Kann der Fahrschlitten entbehrt werden, dann erfolgt eine weit einfachere Herstellung des inneren Gerüstes, und zwar dadurch, daß man das innere Ende der Netzriegel durch eine Pfette und darunter gesetzte Pfosten unterstützt, wobei jedes Stockgebälk als Grundlage des darauf zu setzenden Gerüstes betrachtet wird. Auf Tafel 117 sind nur die Fensteröffnungen zum Durchstecken der Netzriegel benutzt. Die äußere Gerüstwand kann, den lokalen Verhältnissen entsprechend, entweder durch die schrägen Bänder g oder die Streben f, gegen Schwankung geschützt werden.

Was die Endigung des Gerüstes betrifft, die zur Aufnahme der Fahrbahn für den Versetzschlitten dienen soll, so besteht sie darin, daß die Standbäume, nachdem sie auf gleicher Höhe abgeschnitten worden sind, mit den Holmen i, Tafel 117, Fig. 1 bis 2, abgedeckt und mit ihnen mittels Klammern verbunden werden. Die Holme können, wenn es nötig sein sollte, leicht verdoppelt werden durch Anbringung derselben auf den Beiständern b. Auf die Holme gehören eigentlich die Bahnschienen gelegt und mit denselben befestigt, was jedoch hier nicht stattfindet, indem die Querbalken k die Schwellen l zu tragen haben, auf welchen die Eisenbahnschienen m befestigt sind, und die an den Enden eine Aufbiegung erhalten, damit der Schlitten nicht entgleisen kann. Diese Konstruktion finden die Meister bequemer, weil sie die Gerüstwände unabhängig von den Abmessungen des Schlittens in beliebiger Entfernung voneinander aufstellen können.

Der Schlitten bewegt sich in einer zur Mauer parallelen Richtung und senkrecht darauf die Windevorrichtung. Beide Bewegungen müssen von den Arbeitern, wie man sagt, „von Hand" bewirkt werden, während bei der auf Tafel 118 abgebildeten Konstruktion diese Bewegungen weit leichter durch einfache Maschinen stattfinden.

Dieser auf Tafel 117 gezeichneten, ihrer Billigkeit und Einfachheit wegen häufig gebrauchten Versetzvorrichtung wollen wir die solidere auf Tafel 118 folgen lassen, worauf sodann die Windevorrichtung, Tafel 119, besprochen werden soll.

Auf die Standbäume werden kurze Sattelhölzer g, Fig. 1, Tafel 118, etwa 0,60 m lang, aufgezapft und mit jenen durch eiserne Klammern verbunden. Die Sattelhölzer tragen die Holme „Schappelhölzer" c und sind dazu bestimmt, die ungleiche Höhe der Standbäume auszugleichen und die darüber liegenden Holme bequemer stoßen zu können.

Auf den Holmen ruhen die Eisenbahnschienen h, auf welchen sich der Schlitten zu bewegen hat.

Derselbe besteht hier aus zwei starken verzahnten, oft auch verdübelten Balken, die in paralleler Lage, mit einem Zwischenraum von 0,90 bis 1,10 m rechtwinkelig über die Holme gestreckt werden. Sie ruhen mittels Rädern d, Fig. 1 bis 3, welche an einem Schwellengerüst befestigt sind, das an den Enden des Schlittens angebracht ist, auf den Schienen h, die auf den Holmen befestigt sind. Diese Schwellen tragen zugleich ein kleines Gerüst, welches zuweilen, wie links in Fig. 1 und 3 gezeichnet, mit einem Dach versehen wird, um Schutz gegen Regen zu bieten. Auf einer der Achsen k, Fig. 1, sitzt je ein Tretrad A, Fig. 1 bis 3, welche durch die Füße der Arbeiter in drehende Bewegung gesetzt, den Schlitten, rechtwinkelig auf seine Länge, nach beiden Seiten hin bewegen können. Auf dem Schlitten steht die eiserne Windevorrichtung ebenfalls auf eisernen Rädern, die auf Schienen laufen, die auf den Balken des Schlittens befestigt sind. An den Enden des Schlittens sind endlich sogenannte Hornhaspel BB

1) Über Verbindungen der Baugerüste mit eisernen Schuhen siehe Centralblatt der Bauverwaltung 1899, S. 328.

angebracht, über deren Wellen Taue gehen, welche mit dem freien Ende an der Windevorrichtung befestigt sind, wie dies aus Fig. 2 deutlich hervorgeht. Zu beiden Seiten des Schlittens sind mittels angeschraubter hölzerner Konsolen schmale, mit einem Handgeländer versehene Laufgerüste für die an der Windevorrichtung beschäftigten Arbeiter angebracht.

Der an dem Tau der Windevorrichtung hängende, und daher in vertikaler Richtung bewegliche Quader u. s. w. kann auf dem Schlitten durch die Haspel B B horizontal vor und zurück, und mittels des Schlittens selbst und mit Hilfe der Treträder A A auch seitwärts bewegt werden, so daß er mit Leichtigkeit über jede von dem Gerüst beherrschte Stelle gebracht und an dem Tau niedergelassen werden kann.

Fig. 4 α zeigt das Tretrad A in einer vorderen Ansicht mit seiner eisernen Achse b und den Zapfenlagern a für dieselbe. Diese, meistens von Weißbuchenholz gefertigten Zapfenlager sind in Fig. 4 δ noch besonders gezeichnet, sowie Fig. 4 ε die eiserne Achse b einzeln darstellt. Fig. 4 β und γ zeigen das Tretrad in einer Seitenansicht und im Durchschnitt, woraus hervorgeht, daß dasselbe aus zwei Felgenlagen, ganz so wie ein Mühlrad, angefertigt ist. Fig. 5 α und β zeigen das an den Seiten der Schlittenbalken befindliche Laufgerüst. Fig. α in einem Querschnitt, wobei der verzahnte Schlittenbalken mit der Laufschiene für die Windevorrichtung ebenfalls im Durchschnitt erscheint; auch geht die Konstruktion der hölzernen Konsolen zum Tragen des Laufgerüstes deutlich aus dieser Figur hervor. Fig. 5 β giebt eine obere Ansicht von Fig. 5 α.

Die Stärke der Balken für den Schlitten muß so berechnet werden, daß sie ohne ihr gleichförmig verteiltes eigenes Gewicht die Windevorrichtung und den schwersten zu versetzenden Quader in der Mitte ihrer Länge, als dem schwächsten Punkte, tragen können. Mit den auf unserer Tafel abgebildeten wurden Steine bis zum Gewicht von 100 Centner versetzt.

Über die Windevorrichtung selbst noch einige Worte.

Tafel 119 zeigt in den Fig. 1, 2 und 3 die mehrfach erwähnte Windevorrichtung, wie sie häufig im Gebrauch ist und sich bewährt hat. Sie ist im stande, Lasten bis zu 100 Centner zu heben. Fig. 1 zeigt eine Seiten-, Fig. 3 eine Vorderansicht und Fig. 2 eine Ansicht von oben. Es ist eine gewöhnliche Winde, die durch Kurbeln bewegt und nach Erfordernis einfach oder doppelt „vorgelegt“ werden kann. Auf der Kurbelwelle befindet sich ein Sperrrad und ein Getriebe T, welches, bei der gezeichneten Lage, in das Stirnrad R greift; an der Achse dieses sitzt ein zweites Getriebe T', welches in ein zweites Stirnrad R' eingreift, und auf der Achse dieses zweiten Rades befindet sich die Trommel W, auf welche sich das Windetau aufwickelt. Es ist also diese Trommel nach der Zeichnung in unseren Figuren „doppelt vorgelegt“. Hierdurch wird bekanntlich an Kraft gewonnen, an Zeit aber verloren; man wird daher diese Anordnung nur bei den größten zu hebenden Lasten beibehalten. Sind geringere Lasten zu heben, so wird die Kurbelwelle (in Fig. 3) links gerückt, dann verläßt das Getriebe T das Rad R und greift in das Rad R' ein, so daß die Winde alsdann nur „einfach vorgelegt“ erscheint.

Auf der Achse des Rades R befindet sich die Bremsscheibe P und ein darunter gelegter Bremsring kann durch den Hebel A mehr oder weniger angezogen werden, so daß man durch denselben im stande ist, das Abrollen des Taues, nach aufgehobenem Sperrkegel S, zu regulieren.

Die Anordnung der ganzen Windevorrichtung geht aus den Zeichnungen deutlich hervor, und wir bemerken daher nur noch, daß die Achsen der beiden Räder R und R' und die der Kurbelwelle in Fig. 1 in den Winkelspitzen eines gleichseitigen Dreieckes liegen, und daß ferner sowohl diese beiden Räder, als auch die beiden Getriebe T und T' ganz gleiche Teilung und die gleiche Anzahl Zähne haben müssen. Um Raum zu gewinnen, ist die Horizontalprojektion Fig. 2 etwas schmäler gezeichnet und deshalb das äußere Breitenmaß, welches 1,20 m beträgt, hier und in Fig. 3 eingeschrieben.

c) Abgebundene Gerüste.

Während Stangengerüste aus Rundholz der Maurer aufstellt, werden abgebundene Gerüste aus bearbeitetem, meist kantigem Holz vom Zimmermann nach Zeichnung angefertigt. Diese Gerüste sind zwar teurer als jene, aber auch entschieden solider und zuverlässiger, weshalb sie zu bedeutenden, mehrere Jahre in Anspruch nehmenden Bauausführungen schon längst verwendet werden. Dabei werden nicht selten die Füße der Standbäume, um sie vor Fäulnis zu schützen, in eichene Schwellen oder noch besser in steinerne Postamente gesetzt, welche des Wasserablaufes wegen oben abgedacht sind und mit entsprechender Länge in den Boden eingreifen. Insbesondere ist die Verknüpfung der Gerüsthölzer eine ausgezeichnete, indem anstatt der Stricke, Klammern, Gerüsthalter u. s. w. durchweg Schraubenbolzen zur Verwendung kommen. Tafel 120 (Fig. 1 bis 3) zeigt ein abgebundenes Gerüst,[1]) welches jedoch nicht für die Neuherstellung der Dreieinigkeitskirche in Paris, sondern nur für deren Reparatur bestimmt war. Da die Hauptfassade, Fig. 1, zur Vermeidung von Beschädigungen zur Gerüstherstellung nicht benutzt werden durfte, so mußte dieselbe, wie zur Aufführung eines Neubaues, vom Boden

1) Oppermann, Nouvelles Annales de la Construction. Échafaudages de l'église de la Trinité à Paris. Tome 19.

aus beginnen, und nur die Standbäume des Turmgerüstes wurden teilweise vom Gebäude getragen. Zur Erklärung des leicht verständlichen Gerüstes haben wir nur noch weniges beizufügen.

Die unten 25/25 cm starken Standbäume sind bei einer Länge von 28 m gestoßen und die 0,75 m langen Stoßflächen mit zwei eisernen Bändern umgeben, welche mittels Bolzen fest angepreßt wurden. Die Absteifung der Standbäume geschah in horizontaler Richtung durch Zangen, Fig. 5 bis 6, und Streichbalken, die mit ihnen verbolzt sind; in schräger Richtung mittels Streben von der Stärke der Standbäume, welche mit diesen nach Fig. 4 verbunden und mit den Streichbalken ebenfalls verbolzt waren.

Bei dem zur Hälfte gezeichneten Grundriß, Fig. 3, giebt das diagonal gestellte innere Viereck die Zangenverbindung an, welche zur Bodenkonstruktion notwendig war, um die Kuppel in allen Teilen reparieren zu können.

Was das Besteigen des Gerüstes betrifft, so wurden bis zur freien Entwickelung des Turmes teils Turmtreppen, teils Leitern, von da ab jedoch die mit dem Gerüst fest verbundenen Treppen mit Geländern benutzt.

Während Tafel 120 ein äußeres Gerüst darstellt, ist auf Tafel 121 ein inneres abgebundenes Gerüst gezeichnet, welches den bereits erwähnten Oppermann'schen Annalen, Band 16, entnommen ist und zur Montierung des Daches der großen Einsteighalle des neuen Bahnhofes in Orleans konstruiert wurde.

An die Aufführung dieser Halle, welche an die Stelle der alten von Holz erbauten zu stehen kam, war die Bedingung geknüpft, daß der Verkehr nicht unterbrochen werden dürfe. Aus diesem Grunde und um nicht die ganze Halle mit einem sehr teueren Gerüst versehen zu müssen, suchte man ein bewegliches Gerüst zu konstruieren, und zwar von einer Größe, welche die Aufstellung je zweier Dachbinder ermöglichte. Da von den acht Gleisen der Halle auf die Dauer der Aufstellung des Daches zwei entbehrt werden konnten, so wählte man diese Gleise a, Fig. 1, Tafel 121, zur Fahrbahn für die beiden achträderigen Gerüstwagen b, Fig. 1 bis 3, welche als Hauptstützpunkte des Gerüstes konstruiert werden sollten. Weitere Stützpunkte zwischen den beiden Wagen glaubte man ohne Nachteil für den Verkehr in der Längenachse der Halle zu finden, woselbst ein einfaches Schienengleis c für je zwei hintereinander velocipedartig angeordnete Räder d, Fig. 1, für jeden Gerüstpfosten, beziehungsweise für vier Räder unter die beiden Pfosten angelegt wurde. Es kann somit die mittlere Unterstützung d, Fig. 1, des Gerüstes als die Hälfte der beiden Gerüstwagen angesehen werden. Beide Unterstützungen sind in Fig. 2 punktiert dargestellt. Fig. 4 bis 5 zeigen die Konstruktion von vier gekuppelten Rädern, beziehungsweise die Hälfte der seitlichen, und Fig. 4 und 6 die von zwei gekuppelten Rädern oder die Hälfte der mittleren Unterstützung des Gerüstes.

Auf den Gerüstwagen wurde nun das aus Pfosten, Zangen und Strebebändern bestehende und sorgfältig verbolzte Gerüst in einer Weise aufgebaut, daß es möglich war, die aus acht Gitterträgern bestehenden Dachbinder mit Zubehör aufstellen zu können.

Zu diesem Zweck mußte ein die ganze Breite der Halle einnehmender Boden e, sowie ein Zwischenboden f geschaffen, und das Gerüst mit Sparren g nach der Richtung der Dachflächen abgedeckt werden. Anstatt gewöhnlicher Dachschalung wurde eine stufenförmige, des bequemeren Begehens wegen, aufgebracht.

Der Hauptboden e ist zur Hälfte in Fig. 2 mit der Aufzugsöffnung h gezeichnet; um dem Gebälk desselben, da wo es am meisten frei liegt, eine weitere Unterstützung zu geben, sind die Andreaskreuze k, Fig. 2, angebracht, welche zugleich den Boden gegen horizontale Verschiebung sichern sollen. Der Hauptaufzug der Konstruktionsteile des Daches ist in l, Fig. 3, dargestellt; während die verschieden hohen pyramidalen Leitern m, Fig. 1 und 3, zum Aufziehen vom Hauptboden aus, auf dem sie aufgestellt sind, benutzt werden. Zum Besteigen des Gerüstes sind zu beiden Seiten desselben Treppen n, Fig. 1 und 3, angebracht. Mit i, Fig. 1, sind die Notdächer zum Schutze der Reisenden bezeichnet.

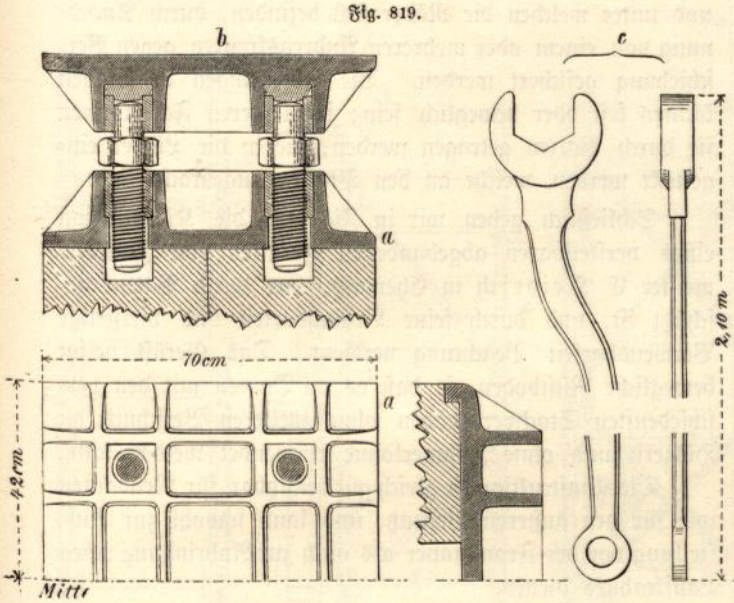
Sollen Gerüste zur Fortsetzung oder Vollendung begonnener Bauwerke, wie bei den Türmen des Kölner Domes u. s. w., angeordnet werden, so wird der fertige Bauteil als Träger des Gerüstes benutzt und dasselbe aber nicht mit einem Male hergestellt, sondern allmählich nach Maßgabe der fortgeschrittenen Bauarbeit fortgeführt, wobei der neue Mauerkörper stets wieder zur Unterstützung des darüber anzulegenden Gerüstes benutzt wird. Die Konstruktion derartiger Gerüste kann nach dem bisher Vorgetragenen keine Schwierigkeit haben.

Außerordentlich genau und solid konstruierte Gerüste wurden in der Kathedrale von Bayeux aufgestellt, um den Vierungsturm zu stützen, dessen vier schadhafte Pfeiler erneuert werden mußten. Die ebenso lehrreichen als interessanten Konstruktionen sind in dem nachstehenden Werke mit dem Plan der Kirche publiziert, worauf wir aufmerksam machen: Cathédrale de Bayeux. Reprise en Sous-Oeuvres de la tour centrale par M. E. Flachat. Paris 1861.

Daraus ist der Apparat Fig. 819 entnommen, welcher in doppelter Anordnung zwischen dem unteren und oberen Teile des Gerüstes unter einer Turmwand zur Verspannung und späteren Ablösung angebracht wurde. Die im Grundriß nur zur Hälfte dargestellte Fußplatte a wird auf den unteren Gerüstteil gesetzt, während der obere, die Turm-

mauer direkt stützende Gerüstteil auf der Platte b aufsitzt. Die acht Schraubengewinde der beiden Apparate werden mittels 2,10 m langer Hebel c gleichzeitig angezogen oder abgelassen.

Fig. 819.



Zu den abgebundenen Gerüsten müssen wir auch den auf Tafel 122, Fig. 1 bis 7, dargestellten Apparat zur Aufstellung eines sogenannten Richtebaumes rechnen, welcher von den Zimmerleuten zum Aufziehen großer und schwerer Verbandstücke benutzt wird. Mit dieser eine Art Krahn bildenden Konstruktion werden nicht allein Hölzer, sondern auch andere nicht zu große Lasten aufgezogen. Der Krahn befindet sich innerhalb eines besonderen Gerüstes, um bei einem in seinen Mauern bereits fertigen Gebäude, unabhängig von diesem, aufgestellt werden zu können, wodurch er sich von dem gewöhnlichen Richtbaum, den wir als bekannt annehmen können, unterscheidet.

Fig. 1 ist seine Vorder-, Fig. 2 die Seitenansicht, Fig. 3 die untere Schwellenlage und die Fig. 4 bis 7 zeigen die Grundrisse in den verschiedenen Stockwerken der Reihe nach, so daß Fig. 7 eine Ansicht von oben des mit IK in Fig. 2 bezeichneten obersten Stockwerkes darstellt.

Das Gerüst besteht aus Schwellen, Pfosten, Bügen oder Strebebändern, Pfetten und Balken, und steht auf untergelegten großen Steinen. Die unteren Schwellen sind verlängert, um durch in sie verzapfte Streben oder Büge das Schwanken nach der Seite zu verhüten. In der Mitte vor dem Gerüste und dem Rüstbaume ist ein Pfahl A eingeschlagen, welcher das Ausweichen nach vorn verhindert. Auf einer besonderen Schwelle (im untersten Stockwerke) steht der untere Teil des Richtbaumes, der bis in das dritte Stockwerk reicht und mit der Pfette des ersten Stockwerkes verbolzt ist. Er wird außerdem noch durch die beiden, auf der verlängerten äußeren, unteren Schwelle stehenden Streben, die mit ihm und den Eckpfosten des Gerüstes verbolzt sind, gehalten. Eine nochmalige Verstrebung erhält er durch die Büge des zweiten Stockwerkes des Gerüstes (vergl. Fig. 1). Hinter diesem unteren Teile des Richtbaumes steht, auf einer besonderen starken Schwelle a im zweiten Stockwerke, der obere Teil oder der eigentliche Richtbaum, welcher mit dem unteren zusammengebolzt ist. Die in den beiden oberen Stockwerken (Fig. 6 und 7) schräg gelegten Hölzer halten ihn gegen ein Ausweichen nach dem Gebäude zu. Dieser Baum ist oben abgerundet und mit einem runden Zapfen versehen. Auf diesem Zapfen dreht sich ein starker Klotz, der in Fig. 1 zu oberst in der Vorderansicht erscheint. An den Seiten dieses Klotzes sind starke vertikale Bohlen angezapft, die oben über ihn hinausragen und nach unten so weit verlängert sind, als der abgerundete Teil des Baumes reicht; hier sind sie durch zwei Querhölzer, die den Baum umfassen, zusammengebolzt. Der Klotz, die Bohlen und die zuletzt genannten Querhölzer bilden so gewissermaßen einen um den Baum drehbaren Kasten. Auf dem Klotze ruht der „Ausleger" oder Krahnbalken, der mit den oberen Enden der Bohlen durch einen Bolzen verbunden, und mit zwei festen Rollen zur Leitung des Taues des Flaschenzuges versehen ist. Um den Ausleger in seiner Lage zu erhalten, gehen auf jeder Seite zwei eiserne Streben von ihm zu den Bohlen, wie dies Fig. 2 zeigt.

An die Bohlen sind unterhalb zwei starke eiserne Ösen (c, Fig. 2) befestigt, durch welche ein Hebel d gesteckt wird, vermittelst dessen man im stande ist, die Bohlen und mit ihnen den Ausleger zu drehen, um die gehobene Last „hereinholen" und auf das Gerüst niederlegen zu können. Bei Balken und anderen langen Hölzern geschieht dies auf einer Walze b, Fig. 1 und 7, so daß sie leicht hereingezogen werden können. Das Tau des Flaschenzuges geht von der hinteren Rolle des Auslegers bis auf den Erdboden hinab, wo entweder im Inneren des Gerüstes eine Winde aufgestellt, oder eine feste Rolle (ein sogenannter „Frosch") angebracht ist, welche das Tau bis zu der Stelle leitet, wo die bewegende Kraft angebracht ist. [1])

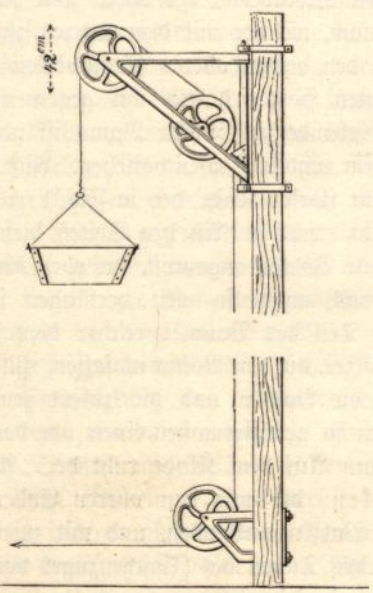
Einen einfacheren Aufzug zum Transport von Holz und anderen Baustoffen zeigt Fig. 820, der wohl keiner weiteren Erklärung bedarf.

Tafel 123, Fig. 3, zeigt ein bewegliches Gerüst, welches bei dem Bau der von Schinkel entworfenen Garnisonskirche in Potsdam zum Aufstellen der Säulen und zum Aufbringen der großen Architravstücke benutzt wurde.

1) Die Hebeapparate, deren Konstruktion, Anlage und Betrieb, von W. H. Uhland. Jena 1883.

Man streckte quer vor dem Portikus die Doppelschwellen A A, Fig. 3, Tafel 123, legte darauf die 12 cm dicken eisernen Walzen x x und stellte dann auf diese Walzen das 15 m hohe Gerüst B, so daß die Schwellen desselben unmittelbar auf den eisernen Walzen lagen. Dieses

Fig. 820.



Gerüst B konnte man daher leicht vor jede Säule und vor jeden Zwischenraum rücken. Zwischen den Säulen war in mehreren Abteilungen das feststehende Gerüst C aufgestellt, und auf demselben rollt sich das Gerüst D auf 27 cm starken hölzernen Walzen y. Von dem Gerüst D nach B hinüber waren starke Balken gestreckt und mit den Gerüsten noch durch angebolzte Streben verbunden. Auf diesen Balken rollte der „Wagen" E auf 24 cm starken Walzen, mit welchem die Werkstücke, nachdem sie zwischen den Gerüsten aufgewunden waren, genau über die für sie bestimmte Stelle hingerollt und niedergelassen werden konnten.

Fig. 1 und 2, Tafel 123, zeigen ein aus dem Emy'schen Werke entnommenes, gleichfalls bewegliches Gerüst, welches etwa zum Putzen und Malen eines großen Saales mit gewölbter Decke vorteilhaft verwendet werden kann, wenn der Saal sehr lang ist. Die Figuren geben die Konstruktion so deutlich, daß eine Erklärung unnötig erscheint; und wir wollen dazu nur noch bemerken, daß man unter die eisernen, zur Bewegung des Gerüstes bestimmten Räder Laufdielen legen muß, auf denen Leisten befestigt sein müssen, welche die Räder leiten, um ein Schieflaufen und dadurch herbeigeführtes Anstreifen an den Saalwänden zu vermeiden.

Bewegliche Gerüste zum gleichen Zweck, wie das in Fig. 1 bis 2 dargestellte, hat man auch schon in Gestalt eines Prismas oder einer abgekürzten Pyramide von quadrater oder rechteckiger Grundform von cirka 3 bis 4 m Seite und einer dem jeweiligen Bedürfnis entsprechenden Höhe konstruiert, welche man „Gerüsttürme" nennt. Bei der höchst einfachen Herstellung derselben hat man hauptsächlich darauf zu achten, daß die Schwellen, in welchen die Pfosten sitzen und unter welchen die Räder sich befinden, durch Anordnung von einem oder mehreren Andreaskreuzen gegen Verschiebung gesichert werden. Die Abteilungen in Etagen können fest oder beweglich sein; im letzteren Fall können sie durch Bolzen getragen werden, die in die Löcher eingesteckt werden, welche an den Pfosten angebracht sind.

Schließlich geben wir in Fig. 821 die Konstruktion eines verstellbaren abgebundenen Gerüstes von Zimmermeister E. Heidrich in Chemnitz, das durch Patent geschützt ist, und durch seine Brauchbarkeit und vielseitige Verwendbarkeit Beachtung verdient. Das Gerüst besitzt bewegliche Rüstboden, so daß es an Bauten mit den verschiedensten Stockwerkshöhen ohne weiteren Verschnitt an Hölzern und ohne Zimmerlöhne verwendet werden kann.

Die Konstruktion ist gleich gut benutzbar für Neubauten wie für den äußeren Verputz, und kann sowohl zur Aufstellung vor der Frontmauer als auch zur Anbringung eines Laufkrahnes dienen.

Abbildung I, II und III zeigen die Ansichten und den Grundriß eines Gerüstes zur Aufstellung am Äußeren, aus denen die Verstellbarkeit der Rüstboden zu ersehen ist. Die Halme d, die in Führungen zwischen den Rüstständern beweglich sind, lagern auf Rüsteisen a, die in beliebiger Höhe angebracht werden können. Diese Rüsteisen umschließen die Rüstständer, Abbildung IV, und können zwecks anderer Anbringung leicht auf- oder abwärts bewegt werden; an den Seiten derselben sind die um einen Bolzen drehbaren Klinken c, die durch Aufbringen der Holme d und durch Belastung sehr fest in die Ständer eingepreßt werden.

Zur Verlängerung der Gerüstständer in der Höhe dienen die in Abbildung V dargestellten Stoßverbindungseisen, die die Hölzer umschließen, und mit diesen durch Bolzen verbunden werden.

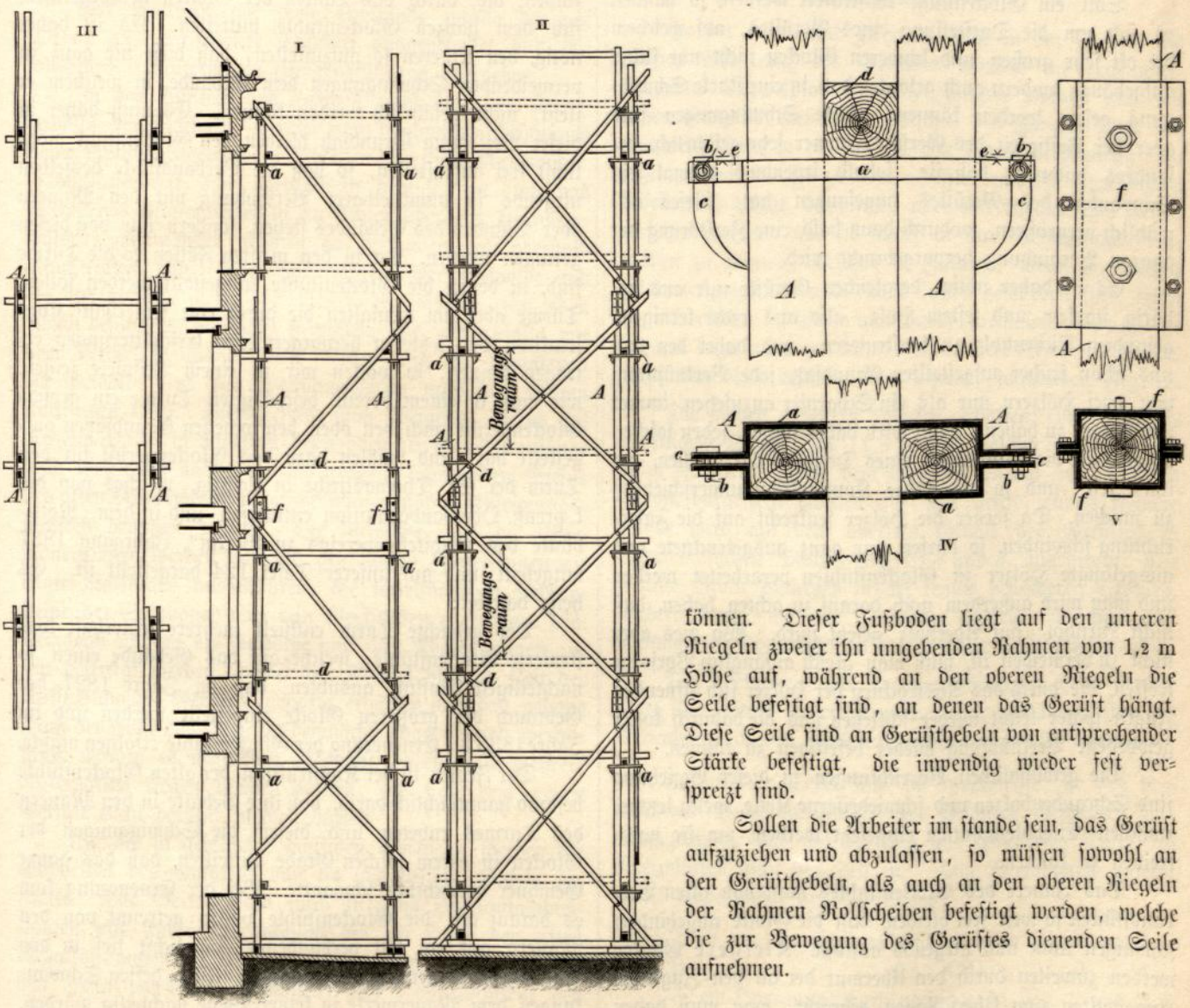
Zu erwähnen sind noch die sogenannten Leitergerüste, die aus Leitern, Dielen, Bolzen u. s. w. bestehen, leicht auf- und abgeschlagen werden können, und insbesondere zu Verputz- und Anstricharbeiten an Fassaden, bei Ausbesserungen an Dachkanälen u. s. w. in neuerer Zeit außerordentlich häufig Verwendung finden.

d) Fliegende Gerüste.

Sollen leichte Arbeiten an einzelnen hoch gelegenen Teilen von Fassaden ausgeführt werden, die mittels Leitern nicht gut vollführt werden können, und wozu man keine Gerüststangen aufstellen will, dann wird ein fliegendes oder schwebendes Gerüst angeordnet.

Zu diesem Zweck werden durch Fenster- oder sonstige Maueröffnungen Gerüsthebel von mindestens 15 cm Stärke herausgestreckt, die inwendig sorgfältig abgespreizt und außen mit Dielen von mindestens 35 mm Dicke abgedeckt werden.

Fig. 821.



Diese Dielen müssen auf den Gerüsthebeln gut befestigt und gegen Verschiebung und Aufkippen gesichert werden, insbesondere wenn noch ein kleines Fuß- oder Bockgerüst darauf gesetzt werden soll.

e) Hängende Gerüste.

Die Häng- oder Fahrgerüste, auch Fahrzeuge genannt, dienen ebenfalls zur Vornahme leichter Reparaturen am Äußeren der Gebäude und in gewisser Höhe derselben. Sie bestehen in der Regel aus einem mit Geländer versehenen Fußboden von 0,90 m Breite und 2 bis 4 m Länge, der mit circa 15 cm hohen gestellten Dielen umgeben ist, damit die aufzulegenden Gegenstände nicht herunterfallen können. Dieser Fußboden liegt auf den unteren Riegeln zweier ihn umgebenden Rahmen von 1,2 m Höhe auf, während an den oberen Riegeln die Seile befestigt sind, an denen das Gerüst hängt. Diese Seile sind an Gerüsthebeln von entsprechender Stärke befestigt, die inwendig wieder fest verspreizt sind.

Sollen die Arbeiter im stande sein, das Gerüst aufzuziehen und abzulassen, so müssen sowohl an den Gerüsthebeln, als auch an den oberen Riegeln der Rahmen Rollscheiben befestigt werden, welche die zur Bewegung des Gerüstes dienenden Seile aufnehmen.

§ 4.

Die Glockenstühle.

Wenn auch die Glockenstühle zu bedeutenden Geläuten in neuerer Zeit meistenteils aus Eisen konstruiert werden, so wird doch der weitaus größte Teil derselben stets noch aus Holz hergestellt, deren Konstruktion, als hierher gehörig, wir zu besprechen haben, obschon die Glockenstühle als Gerüste betrachtet nicht vorübergehenden, sondern bleibenden Zwecken entsprechen.

Bezüglich der Konstruktion von mittelalterlichen Glockenstühlen verweisen wir auf Viollet-le-Duc „Dictionnaire Raisonné", tome 2, p. 186, und die Deutsche Bauzeitung, Jahrgang 1881, Seite 505. „Das Münster in Freiburg, von Adler."

Soll ein Glockenstuhl konstruiert werden, so handelt es sich um die Darstellung eines Gerüstes, auf welchem die oft sehr großen und schweren Glocken nicht nur sicher aufgehängt, sondern auch geläutet, d. h. in eine starke Schwingung gesetzt werden können. Diese Schwingungen sind aber der Festigkeit des Gerüstes immer sehr gefährlich, besonders dadurch, daß sie, sobald irgendwo einmal ein Schwanken des Gerüstes angefangen hat, dieses allmählich vergrößern, wodurch dann bald eine Zerstörung der ganzen Verbindung hervorgebracht wird.

Es ist daher nötig, dergleichen Gerüste nur aus gehörig starkem und festem Holz, also aus recht kernigem, gesundem Eichenholz zu konstruieren, und dabei den von uns schon früher aufgestellten Grundsatz, jede Verknüpfung von zwei Hölzern nur als ein Scharnier anzusehen, immer vor Augen zu haben. Man wird daher suchen, jeden solchen Knoten als die Winkelspitze eines Dreieckes darzustellen, um ihn „fest" und so die ganze Konstruktion unverschieblich zu machen. Da ferner die Hölzer senkrecht auf die Faserrichtung schwinden, so dürfen nur ganz ausgetrocknete und ausgelaugte Hölzer zu Glockenstühlen verarbeitet werden und man wird außerdem noch darauf zu achten haben, daß nicht Hirnholz auf Aderholz gesetzt wird. Wo dies aber nicht zu vermeiden ist, muß man gleich anfänglich Vorsorge treffen, die durch das Austrocknen der Hölzer sich öffnenden Fugen später leicht wieder schließen und die dadurch locker gewordene Verknüpfung wieder befestigen zu können.

Die gewöhnlichen Vorrichtungen in dieser Beziehung sind Schraubenbolzen und schmiedeiserne Keile, welch letztere zwischen Eisenblechplatten eingelegt werden, um sie nachtreiben zu können.

Das Innere des Glockenstuhles muß von allen Verbandstücken so weit frei bleiben, daß die Glocke ungehindert schwingen kann und nirgends anstößt. Kleinere Glocken werden zuweilen durch den Übermut der an den Zugseilen Angestellten zum Überschlagen gebracht; man muß daher, steht dies zu befürchten, den Stuhl so einrichten, daß die Glocke möglicherweise einen ganzen Kreis beschreiben kann, ohne anzustoßen. Besonders wenn zwei oder mehrere Glocken in einem Stuhle übereinander hängen, muß man darauf achten, daß sie sich nie berühren können,

Die Fig. 10 und 11 α und β, Tafel 124, zeigen ein Paar Glockenstühle, und man sieht, daß diese aus Schwellen, Pfosten, Pfetten und Bügen zusammengestellt sind. Eine große Rolle spielen die Büge, und diese müssen immer mit starken Versatzungen in die Schwellen, Pfosten oder Pfetten eingesetzt und außerdem hier durch eiserne Zugbänder oder Schraubenbolzen befestigt werden.

Ist der Glockenstuhl in sich nun aber auch möglichst fest und unverschieblich verbunden, so werden doch, schon wegen der Elastizität des Materiales, Schwingungen stattfinden, die, durch das Läuten der Glocken hervorgerufen, sich dem ganzen Glockenstuhle mitteilen. Es ist daher nötig, den letzteren so aufzustellen, daß diese nie ganz zu vermeidenden Schwingungen dem Gebäude, in welchem er steht, nicht gefährlich werden können. Es muß daher in dieser Beziehung Grundsatz bleiben, den Glockenstuhl möglichst frei aufzustellen, so daß die Verbandstücke desselben nirgends in unmittelbarer Verbindung mit den Mauern oder Wänden des Gebäudes stehen, sondern nur von diesen getragen werden. Da in den meisten Fällen es die Türme sind, in denen die Glockenstühle aufgestellt werden sollen, Türme aber am wenigsten die durch eine fehlerhafte Konstruktion der letzteren hervorgerufenen Erschütterungen ertragen können, so wollen wir in einem Beispiele zeigen, wie man in einem bereits beschädigten Turme ein großes Glockengerüst nach den oben besprochenen Grundsätzen aufgestellt hat, und wählen dazu das Glockengerüst für den Turm der St. Thomaskirche in Leipzig, welches von der k. preuß. Oberbaudeputation entworfen, und in dem „Notizblatte des Architektenvereins zu Berlin", Jahrgang 1837 mitgeteilt und auf unserer Tafel 124 dargestellt ist. Es heißt daselbst:

Der gedachte Turm enthielt mehrere fehlerhaft konstruierte Glockenstühle, welche auf das Gebäude einen so nachteiligen Einfluß ausübten, daß im Jahre 1827 der Gebrauch der größeren Glocke eingestellt werden und im Jahre 1833 die Erneuerung der Glockenstühle erfolgen mußte.

Der Fehler in der Konstruktion der alten Glockenstühle bestand hauptsächlich darin, daß ihre Gebälke in den Mauern des Turmes ruheten und diesem die Schwingungen der Glocken in einem solchen Grade mitteilten, daß das ganze Gemäuer beträchtlich schwankte. Bei der Erneuerung kam es darauf an, die Glockenstühle völlig getrennt von den Mauern auf ein fest verbundenes, möglichst tief in den Turm herabreichendes Holzgerüste zu stellen, dessen Schwankungen dem Mauerwerke in keiner Weise nachteilig würden.

Das untere Geschoß des Turmes, dessen Kreuzgewölbe die zum Tragen des Gerüstes erforderliche Stärke nicht hatte, mußte als Vorhalle der Kirche beibehalten und selbst während der Bauzeit benutzt werden, es war daher nicht möglich, das Kreuzgewölbe durch ein stärkeres zu ersetzen, auch war die Anlage eines neuen Gewölbes über dem alten wegen einer neben dem Turme liegenden Wendeltreppe mit Schwierigkeiten verbunden.

Zur Verankerung der aus Bruchsteinen aufgeführten Mauern bestand in dem oberen Teile des Turmes, da,

wo das Viereck desselben in ein Achteck übergeht (zwischen den Linien c d und e f, Fig. 1 und 2) ein kreuzweise gelegtes Gebälk, welches gleichfalls beibehalten werden mußte.

Zur Ausführung des Gerüstes und der Glockenstühle selbst waren gehörig ausgelaugte, seit mehreren Jahren aufbewahrte eichene Hölzer vorhanden.

Mit Rücksicht auf diese Umstände wurde der auf Tafel 124 dargestellte Entwurf ausgearbeitet und mit folgenden Erläuterungen zur Ausführung übergeben.

In den Winkeln des Turmes, nahe über dem Kreuzgewölbe der Vorhalle, werden nach diagonalen Richtungen kleine Spitzbogengewölbe in Absätzen über- und voreinander, in ähnlicher Art, wie oberhalb in dem Turme, wo das Viereck des Mauerwerkes in ein Achteck übergeht, herauszuwölben, miteinander gehörig zu verbinden und oberhalb abzugleichen sein. Die Widerlager dieser Gewölbe und die Verzahnung ihrer Übermauerungen müssen, für jeden Absatz besonders, möglichst sorgfältig und nötigenfalls mit dem Meißel so ausgearbeitet werden, daß kein Ausgleiten der Gewölbe und der Übermauerungen nach den Seiten stattfinden kann. Hierbei wird man übrigens, da es auf Regelmäßigkeit in Rücksicht der Höhen der Gewölbeanfänge nicht wesentlich ankommt, die großen, lagerhaften Steine des alten Mauerwerkes möglichst schonen und zu Anlehnungspunkten benutzen können. Die Gewölbe, wie die Übermauerungen, werden von gut gebrannten Ziegelsteinen mit engen Kalkfugen auszuführen, die sattelförmigen Schlußsteine der Spitzbogen aber von Werkstücken zu fertigen sein. Übrigens müssen die Gewölbe und ihre Abgleichungen zuerst gefertigt werden, damit der Mörtel bis zur Zeit der Aufstellung des Gerüstes gehörig erhärten und das genaue Maß der Höhe des Gerüstes demnächst abgenommen werden kann, worauf es wesentlich ankommt, da oberhalb mehrere Ankerbalken liegen bleiben müssen, die von dem neuen Gerüste nicht berührt werden dürfen.

Auf die so gebildeten massiven Vorlagen werden die Schwellen des Gerüstes von 54 und 66 cm Stärke gestreckt. Das Gerüst selbst wird in sechs Horizontalabteilungen mit starker Verjüngung bis zur Höhe der ersten Schallöffnungen des Achteckes aufgeführt und besteht aus vier Stück vierfachen Eckpfosten, acht Doppelpfosten, den nötigen Pfetten, Gebälken und Bügen. Die vierfachen Eckpfosten, welche gleich den Doppelpfosten aus übereinander gesetzten Hölzern verbunden werden, reichen nur bis über die vierte Abteilung (vergl. den Grundriß Fig. 8, in der Höhe e f genommen), da oberhalb im Achteck kein Platz für sie, hier auch keine so große Festigkeit mehr erforderlich ist als unterhalb, wo die größeren Glocken sich befinden. Die Pfetten und Büge, welche in den vier Wänden des Gerüstes von einfachen Hölzern angebracht sind, werden von den doppelten und vierfachen Pfosten umfaßt und mit diesen überall durch eiserne Bolzen fest verschraubt. Die Büge oder Streben werden nicht mit überschnittenen Seitenblättern, sondern mit starken Versatzungen in die Pfetten oder Rahmstücke gestellt und erhalten daselbst zur Verhütung des Aushebens eiserne Bänder, welche nach Fig. 13 an den Seiten angebracht werden können.

In der ersten und zweiten, sowie in der fünften und sechsten Abteilung des Gerüstes werden die gegenüberstehenden Doppelpfosten durch Zangen umfaßt und mit diesen ebenfalls verbolzt. Zwischen den Zangen setzen sich paarweise Streben ein, welche von jenen muffenartig umfaßt und da, wo sie zusammentreffen, mit den Hirnhölzern aufeinander gesetzt, dazwischen aber mit Blechen und Keilen versehen werden, um sie scharf in ihre Versatzungen eintreiben zu können, welches in Zukunft, wenn die Hölzer zusammengetrocknet und etwas locker geworden sind, leicht zu wiederholen ist, indem man durch Fortnahme einer Zange bequem dazu gelangen kann. Auch diese Streben erhalten, gleich den oben beschriebenen, eiserne Zugbänder, Fig. 12.

Die beiden größeren Glocken erhalten einen gemeinschaftlichen Stuhl, Fig. 11 α und β, welcher in der Zeichnung seitwärts neben dem Gebälk, worauf er zu stehen kommt, dargestellt worden ist. Die dritte, etwas kleinere Glocke wird auf dem obersten Gebälk des Gerüstes in einem einfachen Stuhle, Fig. 10 α und β, angebracht. Die kleinste Glocke hingegen bedarf keines besonderen Stuhles, sondern kann, wie die Zeichnung angiebt, zwischen zwei verlängerten Doppelpfosten des Gerüstes aufgehängt werden.

Die Dielungen und Treppen, welche in dem Gerüste nötig sind, sowie die erforderlichen Schutzgeländer, sind als Nebendinge in der Zeichnung nicht dargestellt worden.

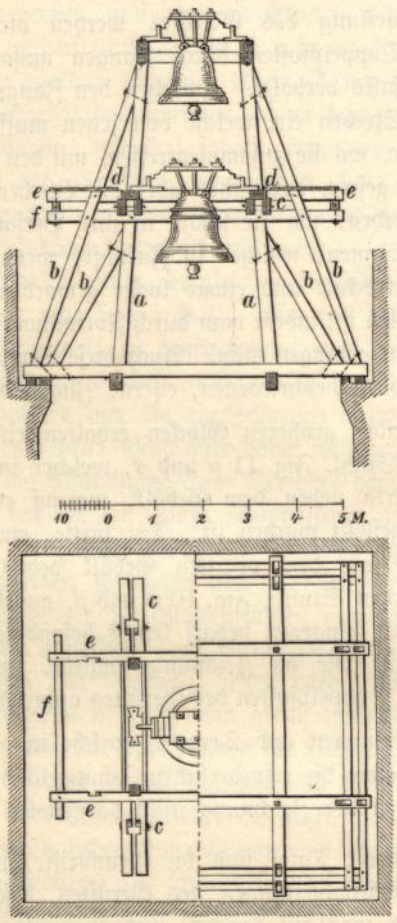
Auf unserer Tafel sind die Grundrisse, in den verschiedenen Höhenabteilungen des Gerüstes, besonders herausgezeichnet, was auf der von uns genannten Tafel des Notizblattes nicht der Fall ist. Zum Verständnis unserer Tafel diene daher noch folgendes:

Fig. 1 ist der Durchschnitt nach A B in Fig. 3 und 4.
„ 2 „ „ „ „ C D „ „ 3 „ 4.
„ 3 ein Horizontalschnitt nach o p in Fig. 1 und 2.
„ 4 „ „ „ c d „ „ 1 „ 2.
„ 5 „ „ „ m n „ „ 1 „ 2.
„ 6 „ „ „ i k „ „ 1 „ 2.
„ 7 „ „ „ g h „ „ 1 „ 2.
„ 8 „ „ „ e f „ „ 1 „ 2.
„ 9 „ „ „ a b „ „ 1 „ 2.
„ 10 α und β zeigen den Stuhl für die kleinere, in der Höhe a b, Fig. 1 und 2 aufgestellten,
„ 11 α und β den für die beiden größeren bestimmten, in der Höhe i k, Fig. 1 und 2 aufgestellten Glocken.

Fig. 12 zeigt den Vertikaldurchschnitt des oberen Teiles des Gerüstes zwischen der 5. und 6. Horizontalabteilung, nach xy in Fig. 8 und 9;

„ 13 die Verbindung der Streben oder Büge mit den Zangen bei M in Fig. 1 und 2, nach doppeltem Maßstabe.

Fig. 822.



Auf vorstehende, ebenso lehrreiche als tüchtige Konstruktionen, wobei die Glockenstühle zur Aufnahme einer und zweier Glocken in den Fig. 10 und 11, α bis β, dargestellt sind, haben wir nur noch die Konstruktion eines Gerüstes für zwei übereinander liegende Glocken in Fig. 822 folgen zu lassen. Die besteht außer den Mauerlatten und Schwellen aus 4 Pfosten a, 16 Streben b, 2 Zangen c mit den Überlaghölzern d zur Aufnahme der Zapfenlager und des Joches, an welchem die untere Glocke aufgehängt ist.

Während die Zangenhölzer c nebeneinander liegen, befinden sich die der Zangen e übereinander und fassen an den Enden die zur Verspannung dienenden Riegel f. Die Zangen sind zur Gewinnung eines Bodens behufs der Revision der Zapfenlager über die Pfosten hinaus verlängert, welche oben durch einen doppelten Pfettenkranz abgeschlossen sind.

Was schließlich das Aufhängen der Glocken betrifft, so ist dasselbe nebst der Vorrichtung zum Läuten in den

Fig. 823.

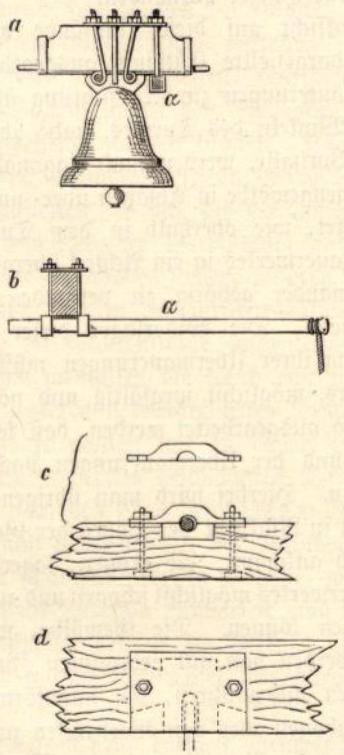
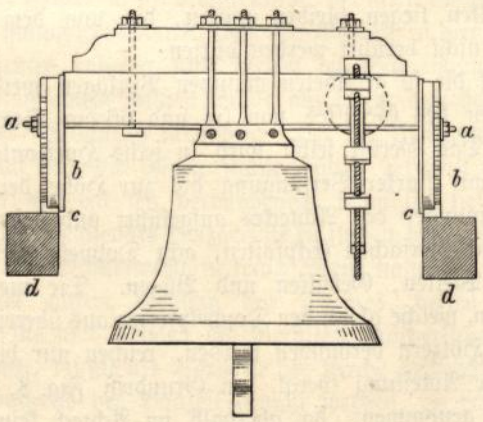


Fig. 823 bis 825 dargestellt und geschieht mit schmiedeisernen Bändern, welche die zu diesem Zweck geformte Glockenkrone fassen und am Joch befestigt sind, wie dieses

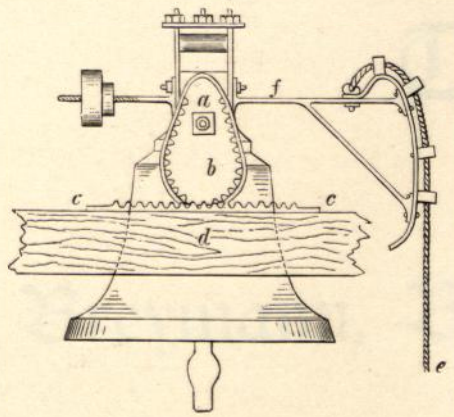
Fig. 824.



die Fig. 823 bis 825 deutlich zeigen. Das Joch besteht je nach dem Gewicht der Glocke aus einem oder mehreren verbolzten Hölzern. Soll die Glocke geläutet werden können, dann wird das Joch nach herkömmlicher Weise mit zwei eisernen Zapfen versehen, die mittels Bändern und

den die Hirnenden der Joche umschließenden Ringen oder zaumförmigen Bandeisen gefaßt und befestigt sind. Diese Zapfen liegen entweder in offenen oder besser und sicherer

Fig. 825.



in gedeckten Lagern c und d, Fig. 823, welche mit den Tragbalken der Joche verbolzt sind. Das in Fig. d punktiert angegebene Lager ist in das Holz eingelassen, auf welches der im Grundriß rechtwinkelige Deckel zu liegen kommt. Zum Läuten dient der Hebel α, Fig. a bis b, an welchem das Zugseil befestigt ist.

Um das Schwingen der Glocken mit geringerem Kraftaufwand vollbringen zu können, und um zugleich eine Herabstimmung der Kräftewirkung auf den Glockenstuhl, beziehungsweise auf den Turm selbst zu erzielen, wurden in neuerer Zeit andere Aufhängungsmethoden erdacht, wovon die eine von Pozdech in einer nach unten schneide- oder meißelartigen Bildung des Zapfens besteht, wodurch die Reibung wesentlich verringert wird, die andere von Ritter aus den Fig. 824 und 825 zu ersehen ist. Sie unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, daß die Zapfen a des Joches nicht in festen Lagern ruhen, sondern in beweglichen, unten abgerundeten Metallscheiben b, welche das Gewicht der Glocke mittels der Schiene c auf die Tragbalken des Glockenstuhles übertragen. Die Scheiben b sowohl, als auch die auf d befestigten Schienen c, sind an den Rändern mit übereinstimmender Zahnung versehen, um das Ausgleiten der Scheiben zu verhindern. Die Bewegung der Glocke, zu welcher außerordentlich wenig Kraft erforderlich ist, erfolgt durch Anziehung des Zugseiles e, welches am eisernen Hebel f befestigt ist.[1])

1) Über das Aufhängen der Glocken lese man das Weitere in Durms Handbuch der Architektur, Bd. 6, Kap. 3, S. 47: „Glockenstühle" von Köpcke.

Leipzig.
Druck von A. Th. Engelhardt.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Tafeln

zu

Breymann, Baukonstruktionslehre.

Band II:

Die Konstruktionen in Holz.

Sechste verbesserte und vollständig umgearbeitete Auflage

von

Dr. Otto Warth,
Oberbaurat und Professor an der Großherzogl. Technischen Hochschule in Karlsruhe.

Leipzig,
J. M. Gebhardt's Verlag.
1900.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Verzeichnis der Tafeln

mit Angabe der zugehörigen Textseiten.

	Seite
Tafel Nr. 1	51
„ „ 2	51
„ „ 3	52, 57
„ „ 4	52, 57, 58, 62
„ „ 5	58
„ „ 6	58
„ „ 7	58
„ „ 8	60, 61
„ „ 9	62, 85
„ „ 10	63
„ „ 11	67, 68
„ „ 12	70, 71, 73
„ „ 13	73
„ „ 14	79
„ „ 15	92, 291
„ „ 16	92, 93, 291
„ „ 17	94, 95, 96, 97
„ „ 18	130, 211
„ „ 19	130, 211, 217
„ „ 20	134, 143, 144
„ „ 21	134, 140, 151
„ „ 22	134, 147, 148, 151, 188
„ „ 23	134, 136, 140, 147, 148, 151
„ „ 24	152, 153, 163, 173
„ „ 25	153
„ „ 26	152, 153, 154, 155
„ „ 27	155, 156
„ „ 28	156, 157, 173, 177
„ „ 29	157, 159
„ „ 30	157, 159
„ „ 31	157, 159
„ „ 32	157, 159
„ „ 33	158
„ „ 34	159, 160, 162
„ „ 35	161, 162, 171
„ „ 36	162
„ „ 37	162, 164
„ „ 38	162, 164
„ „ 39	169
„ „ 40	169, 170
„ „ 41	170
„ „ 42	171, 172
„ „ 43	171, 172
„ „ 44	171, 172, 173
„ „ 45	171, 173, 174
„ „ 46	171, 173, 175, 177
„ „ 47	171, 173, 174, 175
„ „ 48	171, 175
„ „ 49	176
„ „ 50	178
„ „ 51	183
„ „ 52	189
„ „ 53	189
„ „ 54	190, 191
„ „ 55	191
„ „ 56	195
„ „ 57	202
„ „ 58	205
„ „ 59	206, 207
„ „ 60	208
„ „ 61	210
„ „ 62	213, 214
„ „ 63	214
„ „ 64	217
„ „ 65	218, 219
„ „ 66	221, 222, 223
„ „ 67	221
„ „ 68	222
„ „ 69	223
„ „ 70	250, 251, 252
„ „ 71	253, 254, 255
„ „ 72	255, 256
„ „ 73	257, 259, 264
„ „ 74	260, 261, 262
„ „ 75	261, 262
„ „ 76	264
„ „ 77	265
„ „ 78	261, 262, 264, 265
„ „ 79	267
„ „ 80	271, 275, 280
„ „ 81	271, 274, 275, 276, 277, 278, 280
„ „ 82	277, 278, 279
„ „ 83	274, 277
„ „ 84	275, 277
„ „ 85	282, 283
„ „ 86	289, 290
„ „ 87	293
„ „ 88	295, 296, 297, 307
„ „ 89	297
„ „ 90	304, 305
„ „ 91	304, 305
„ „ 92	305
„ „ 93	305
„ „ 94	305, 312, 313
„ „ 95	305
„ „ 96	306, 307
„ „ 97	307
„ „ 98	308
„ „ 99	308
„ „ 100	308, 309, 310, 311
„ „ 101	311, 312, 320
„ „ 102	309, 310, 312
„ „ 103	323, 331, 332, 333, 338
„ „ 104	324, 325, 333, 338
„ „ 105	325
„ „ 106	327, 332
„ „ 107	329
„ „ 108	332, 333, 334, 335
„ „ 109	334, 335
„ „ 110	338
„ „ 111	338, 339
„ „ 112	338, 339
„ „ 113	342
„ „ 114	342
„ „ 115	343
„ „ 116	343
„ „ 117	344, 346
„ „ 118	346
„ „ 119	346, 347
„ „ 120	347, 348
„ „ 121	348
„ „ 122	349
„ „ 123	349, 350
„ „ 124	352, 353

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 1.

Fig. 4.

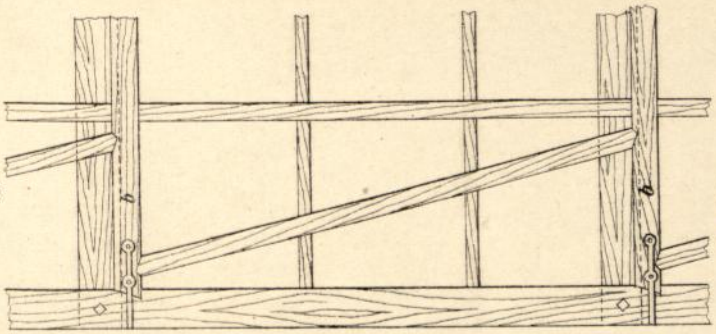


Fig. 6.

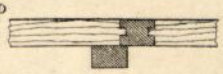


Fig. 1.

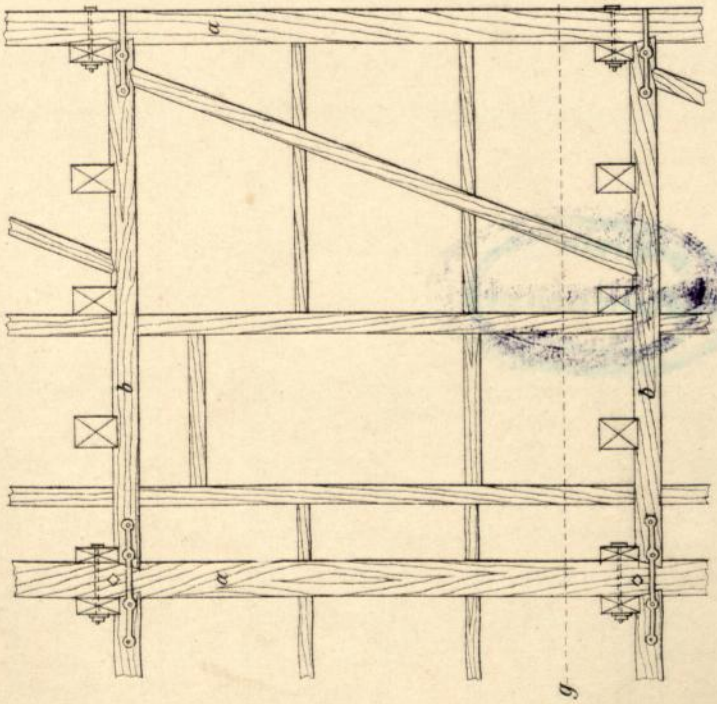


Fig. 2.

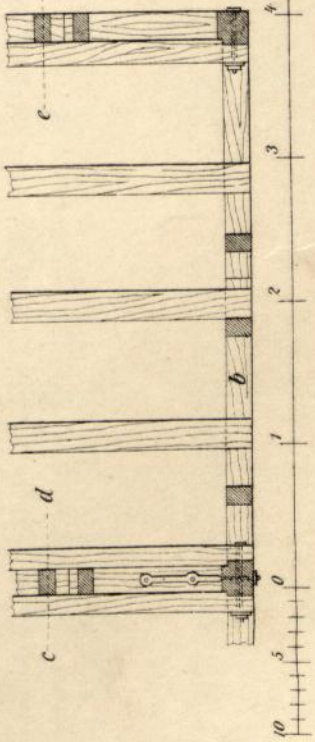


Fig. 3.

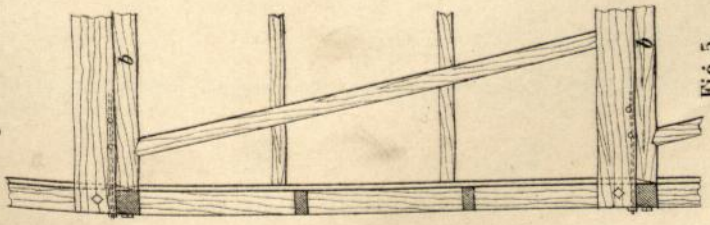
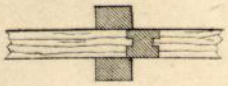


Fig. 5.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 2.

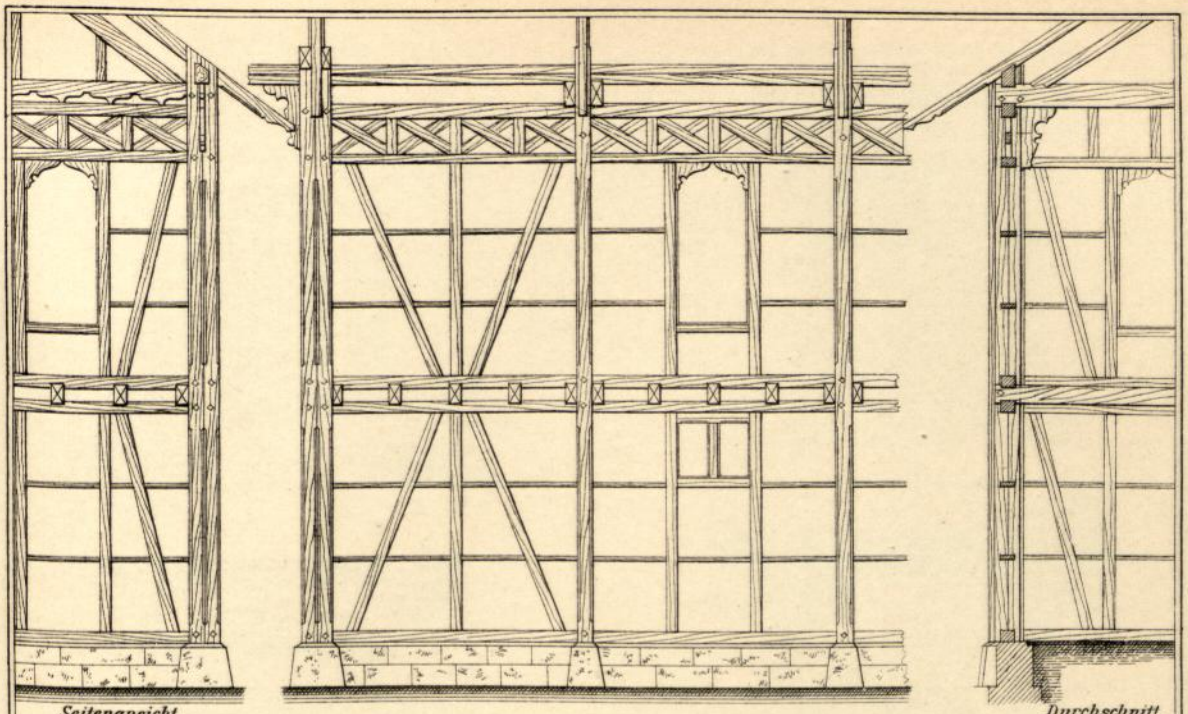


Fig. 1.

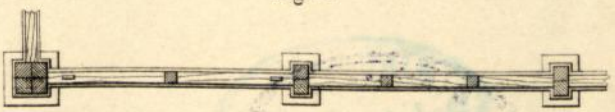
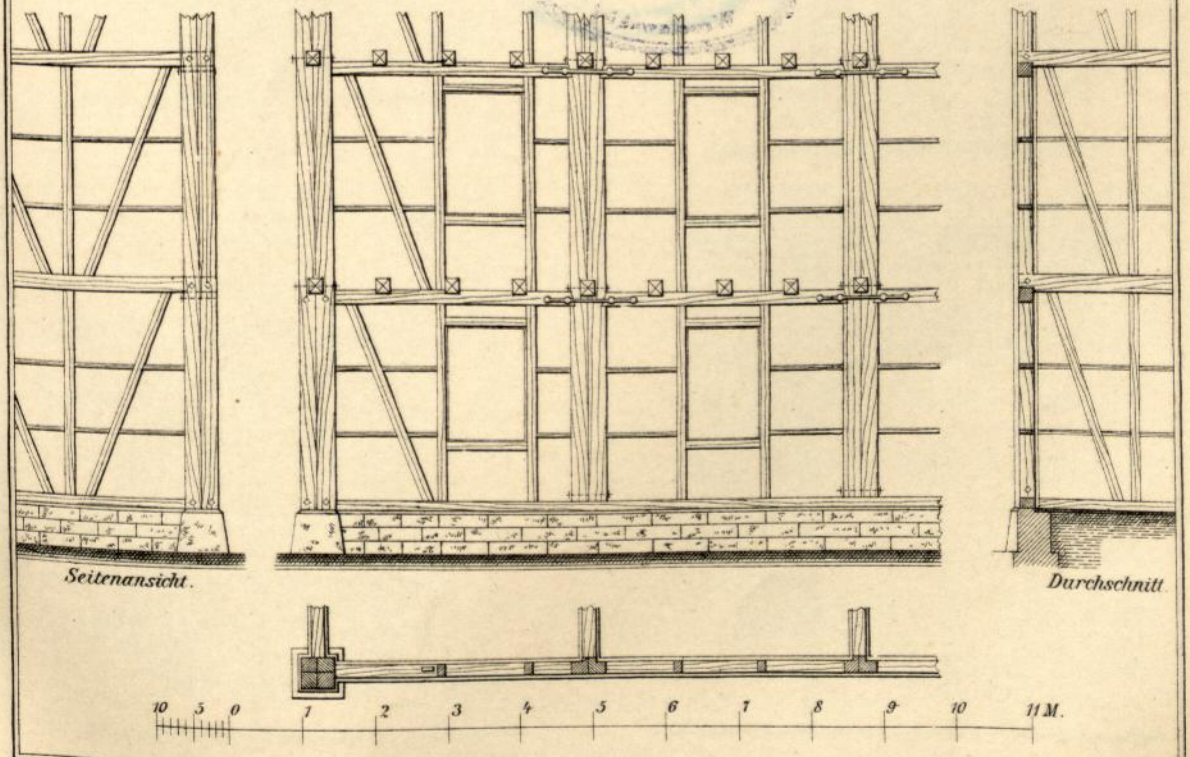
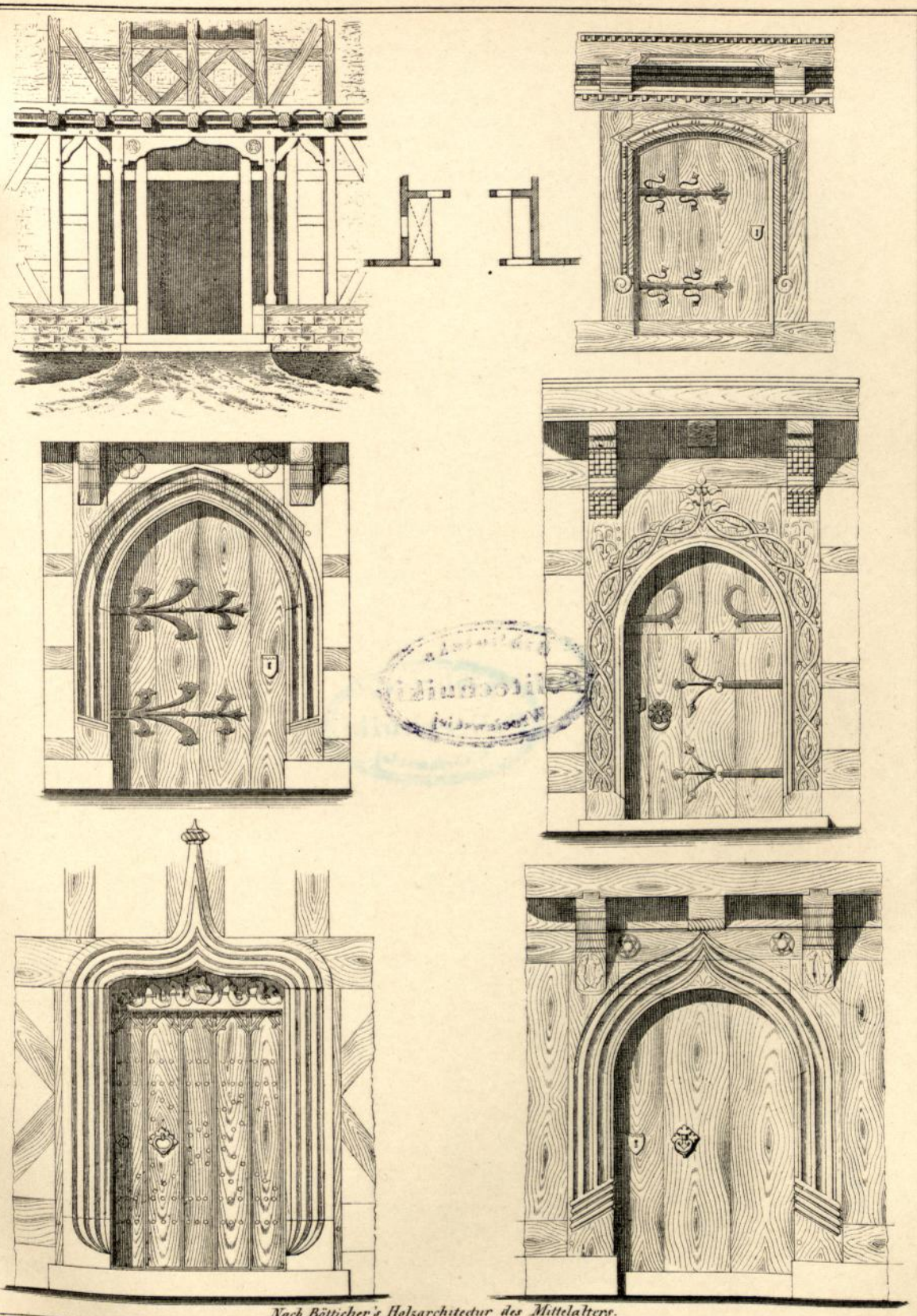


Fig. 2.



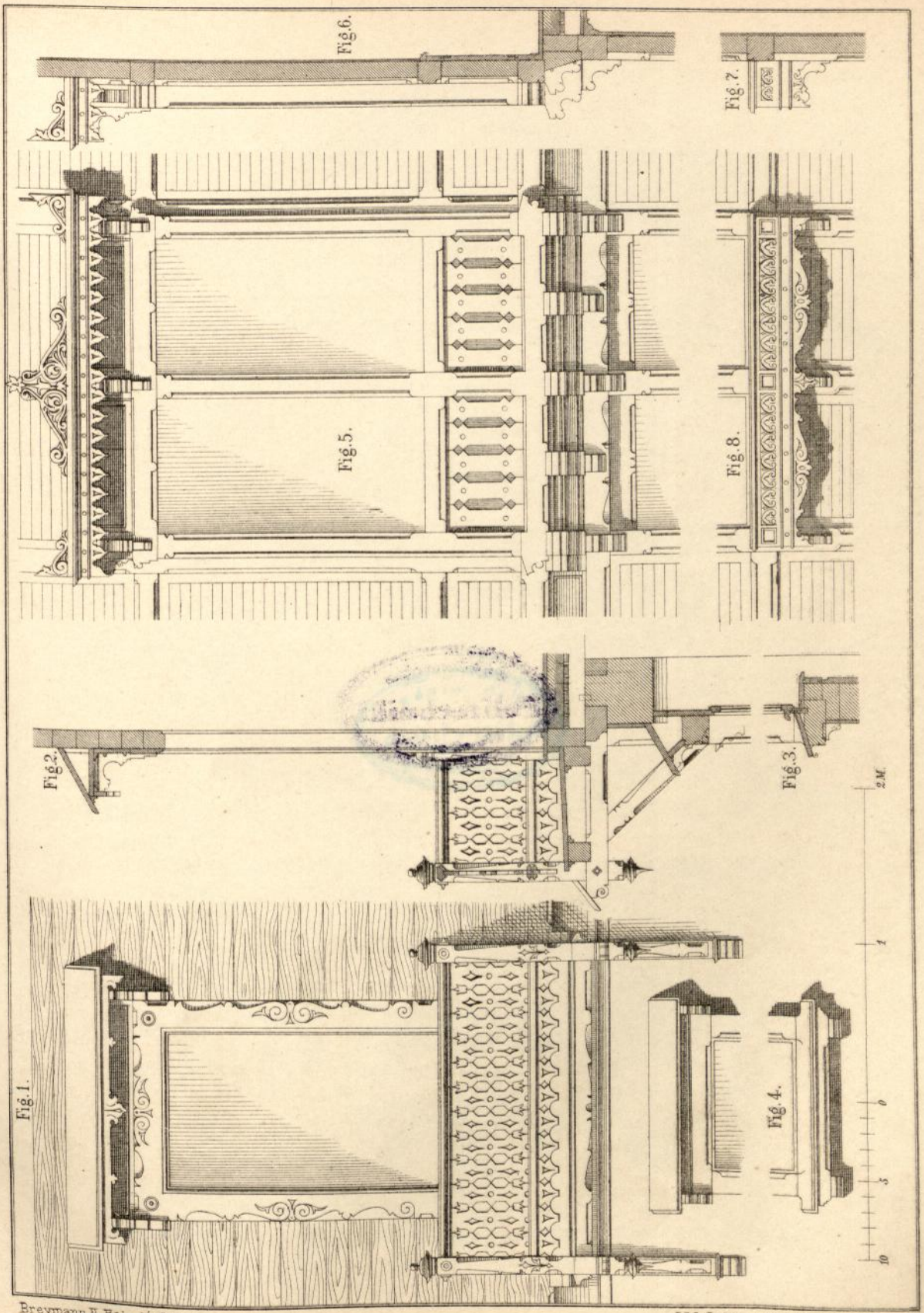
Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej



Nach Böttticher's Holzarchitectur des Mittelalters.

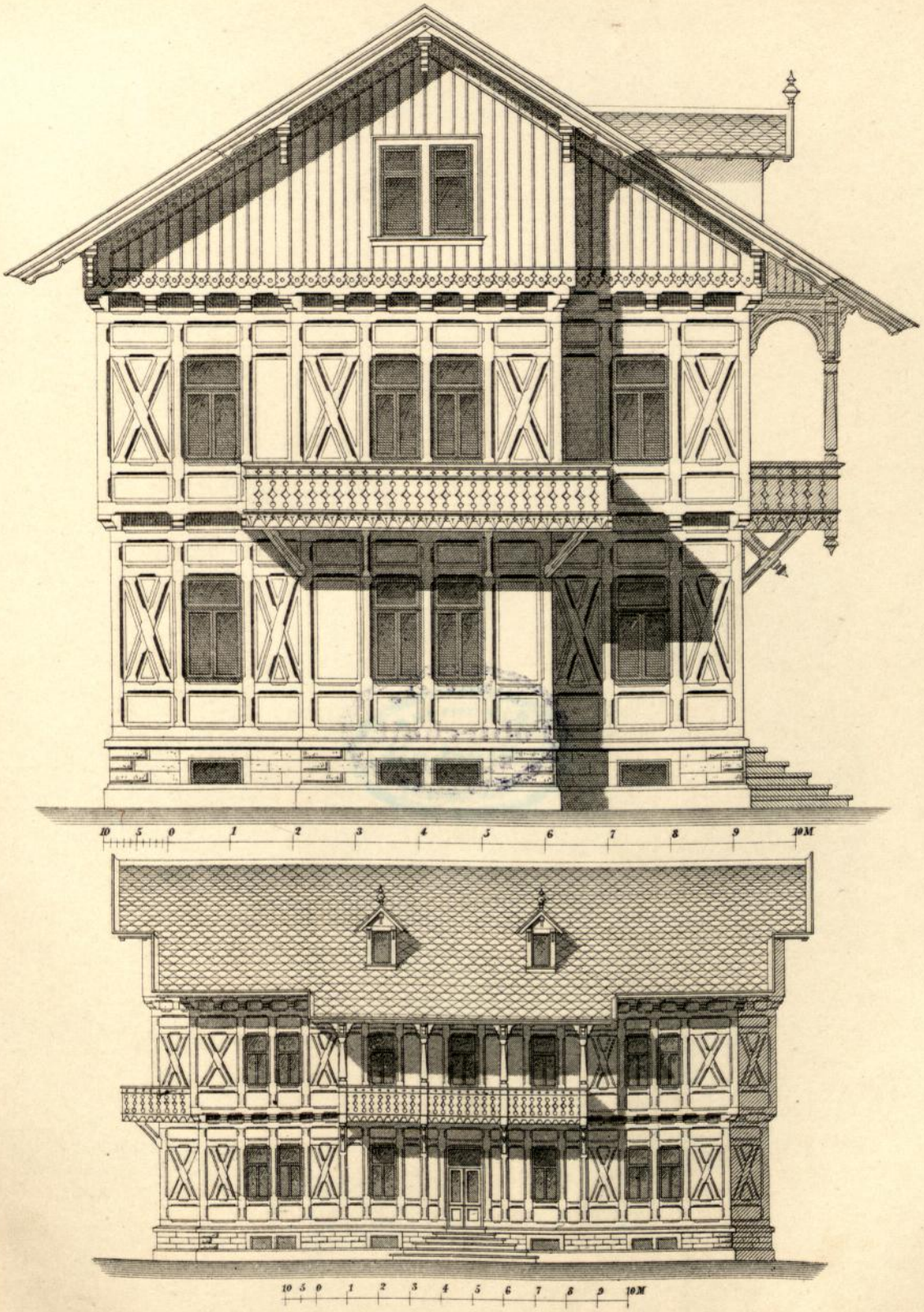
Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 4.



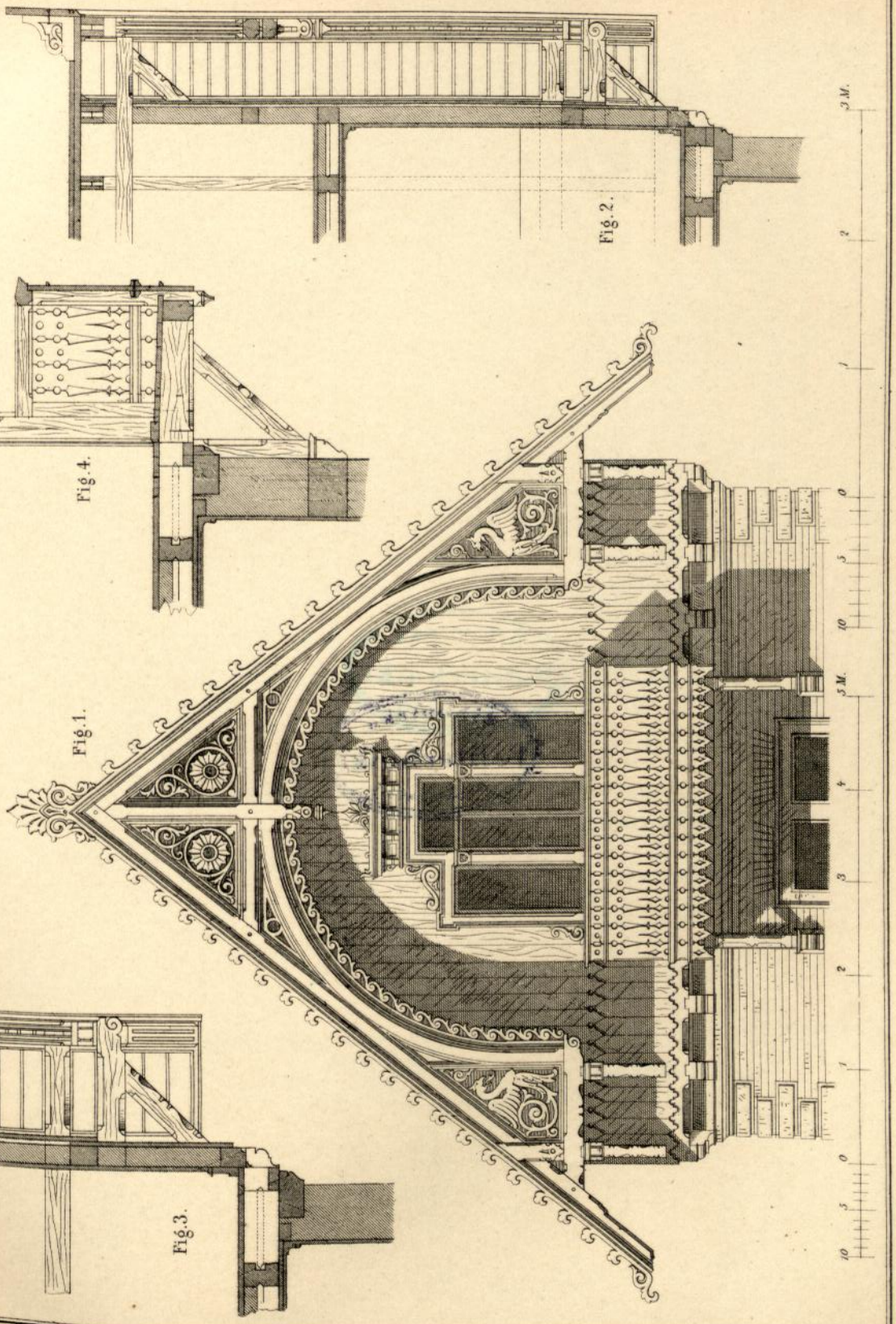
Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 5.



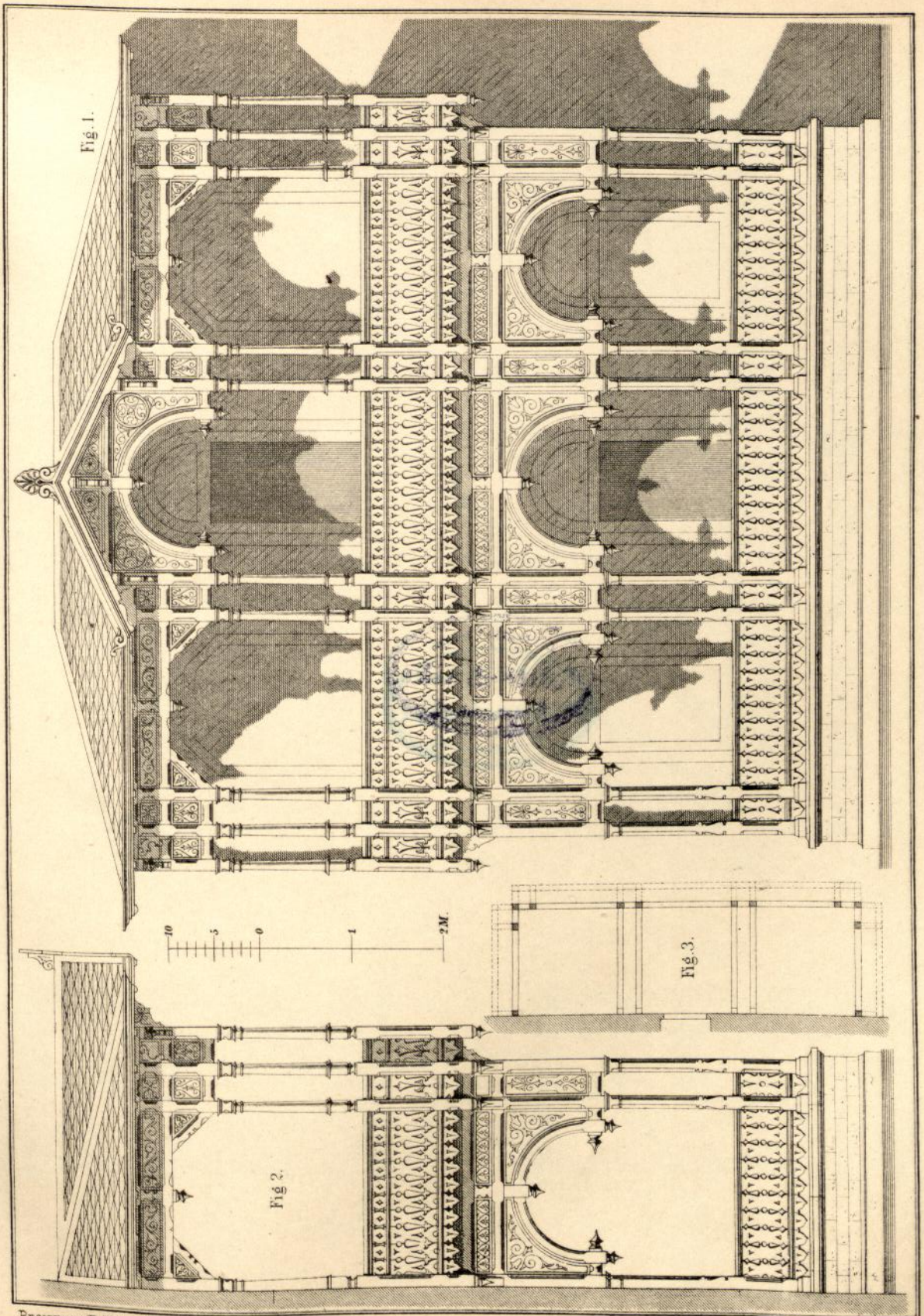
Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 6.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 7.



Breymann II. Holz (6. Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 8.

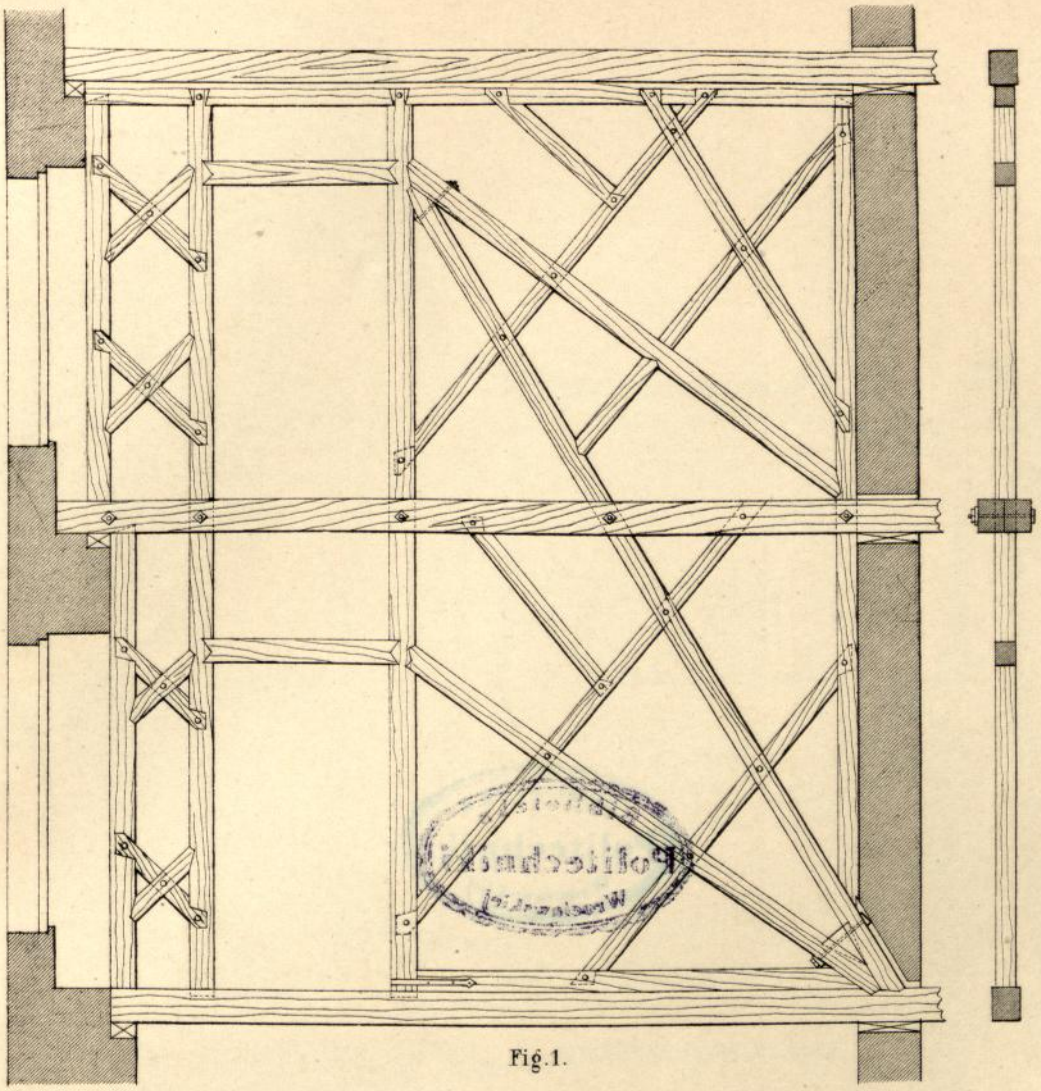


Fig. 1.

Fig. 2.

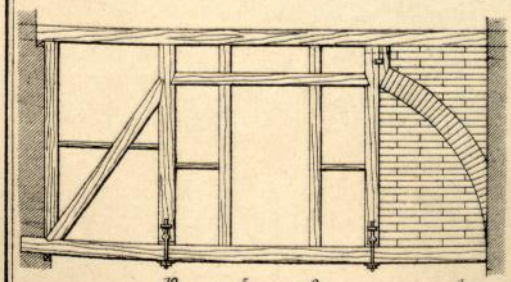
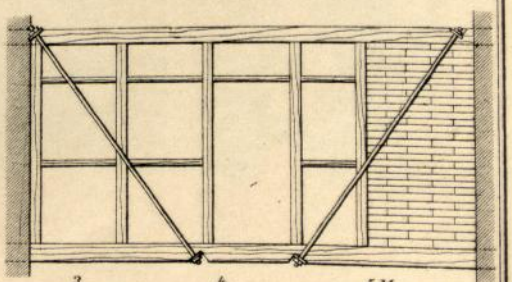
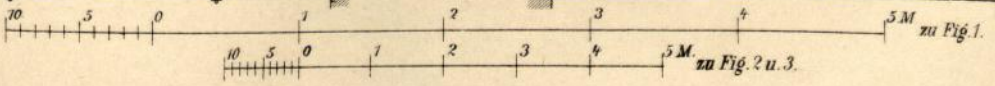
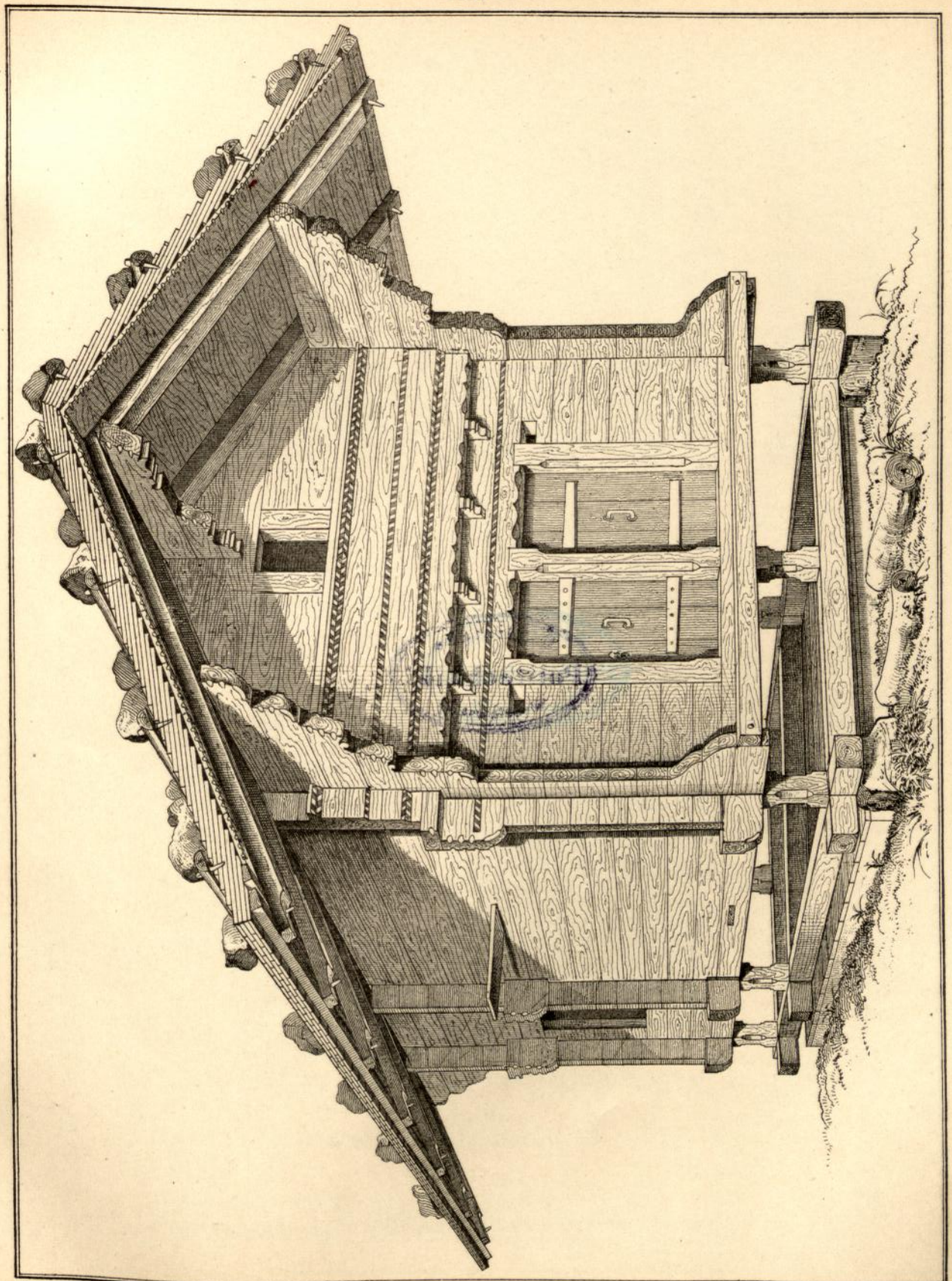


Fig. 3.





Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 10.

Fig. 1.

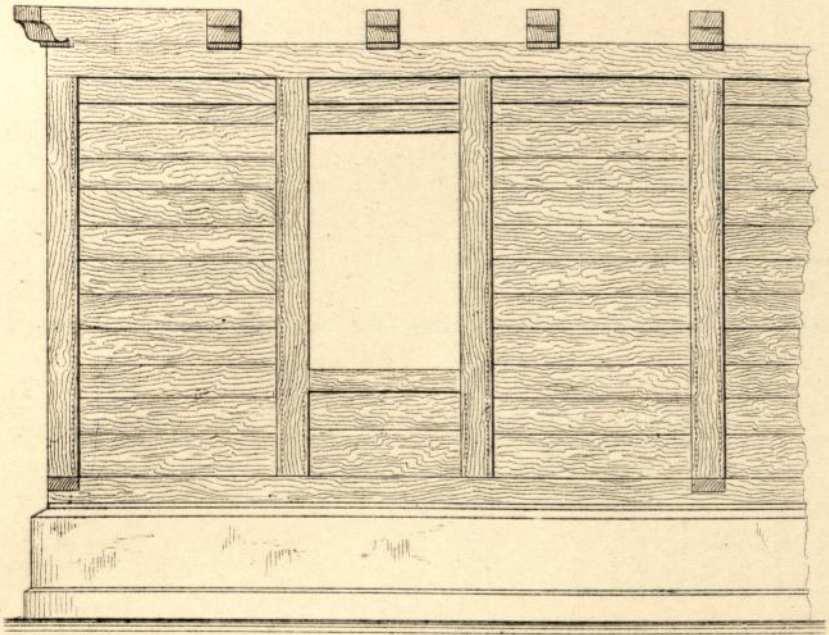


Fig. 2.

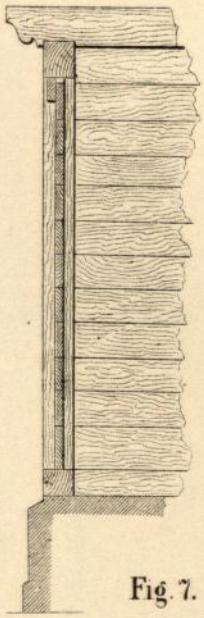


Fig. 3.

Fig. 7.

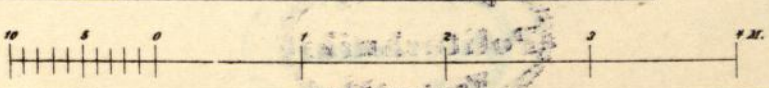


Fig. 4.

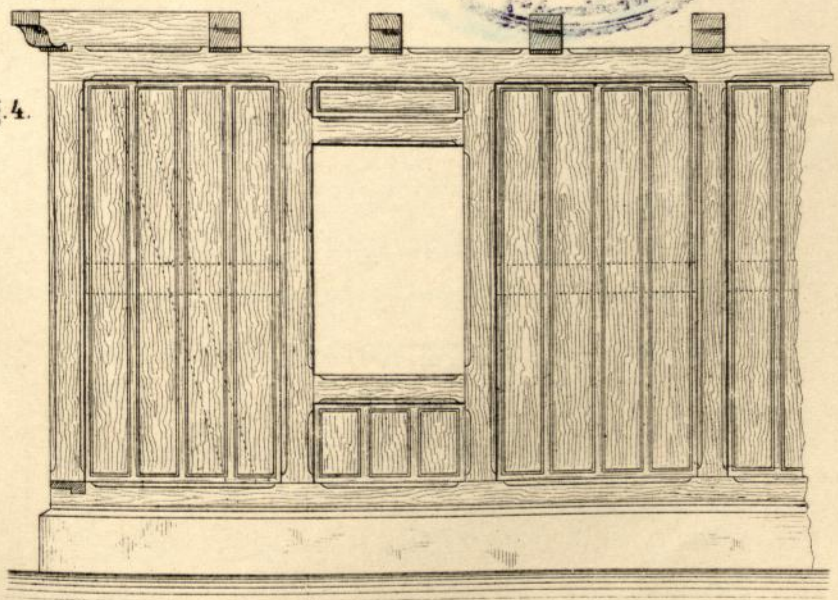


Fig. 5.

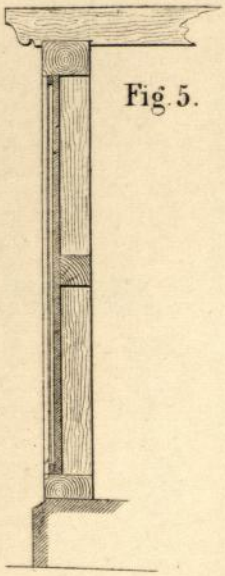


Fig. 6.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 11.

Fig. 1.

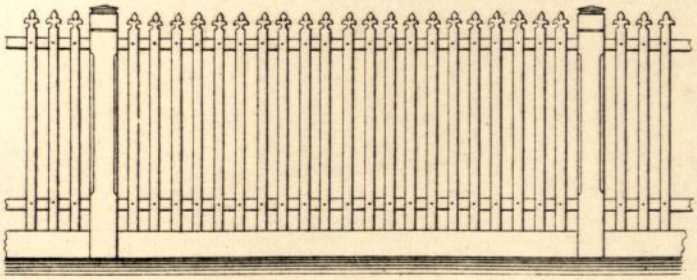


Fig. 2.

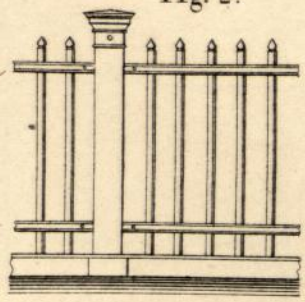


Fig. 3.

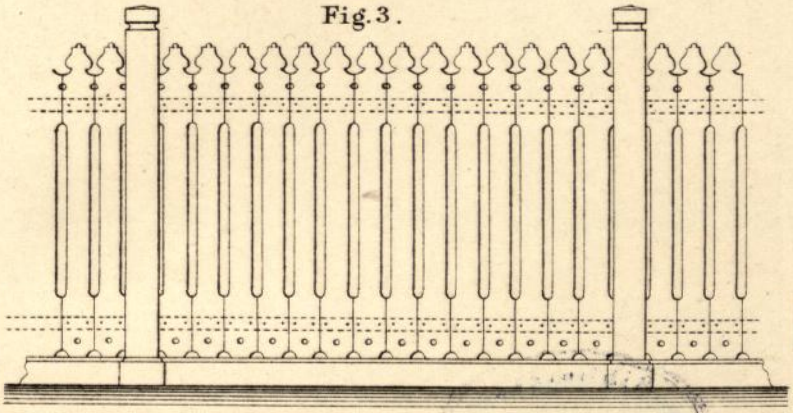


Fig. 4.

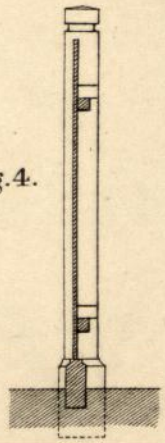


Fig. 5.

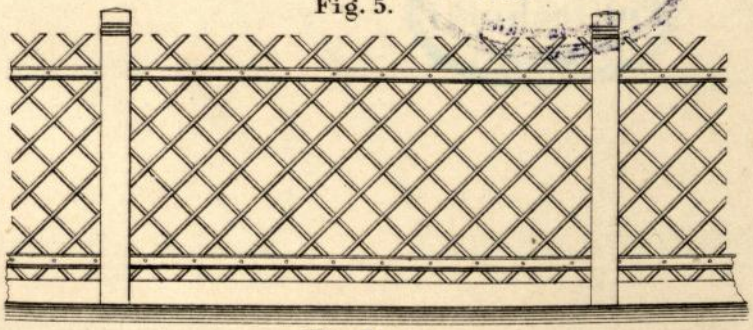


Fig. 6.

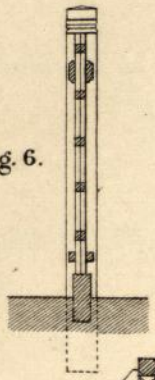


Fig. 7.

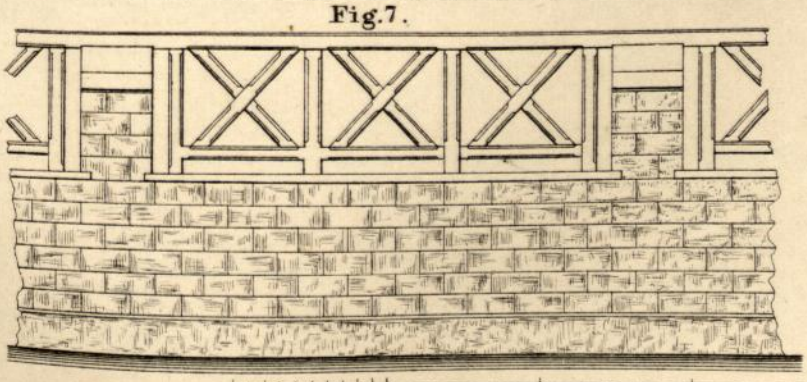
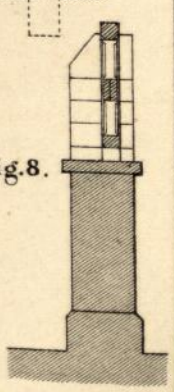


Fig. 8.



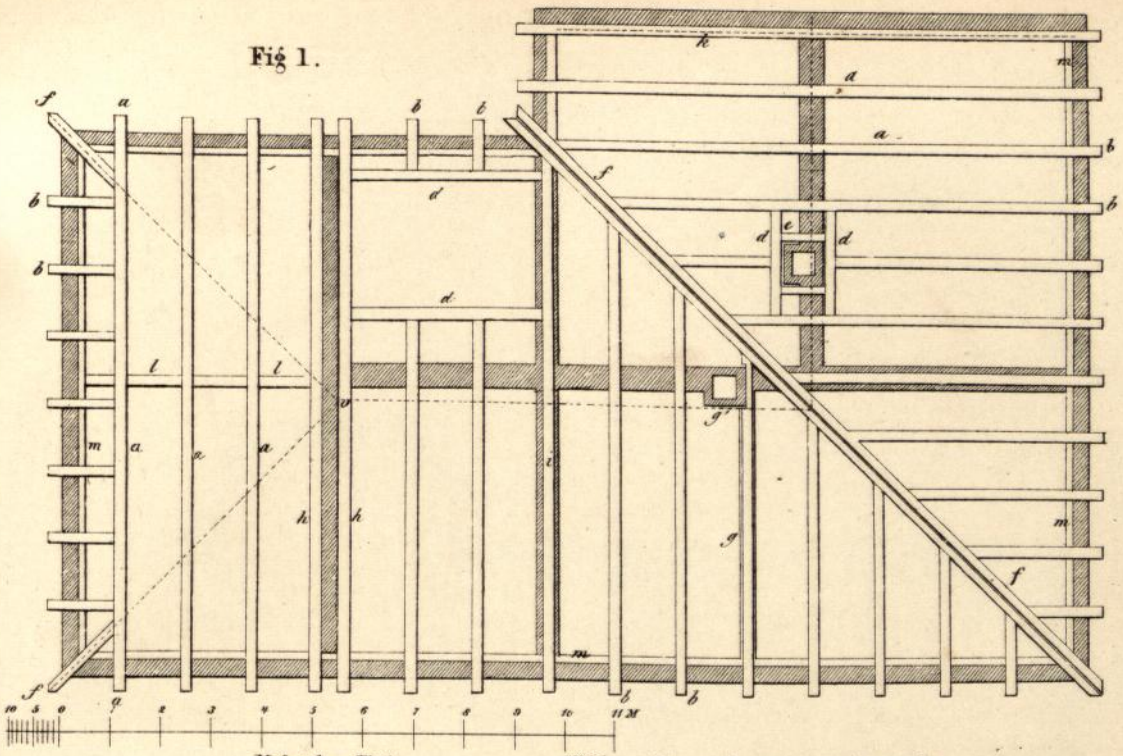
Breymann II. Holz (6. Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 12.

Fig 1.



Maßstab zu Fig 1.

Fig. 2.

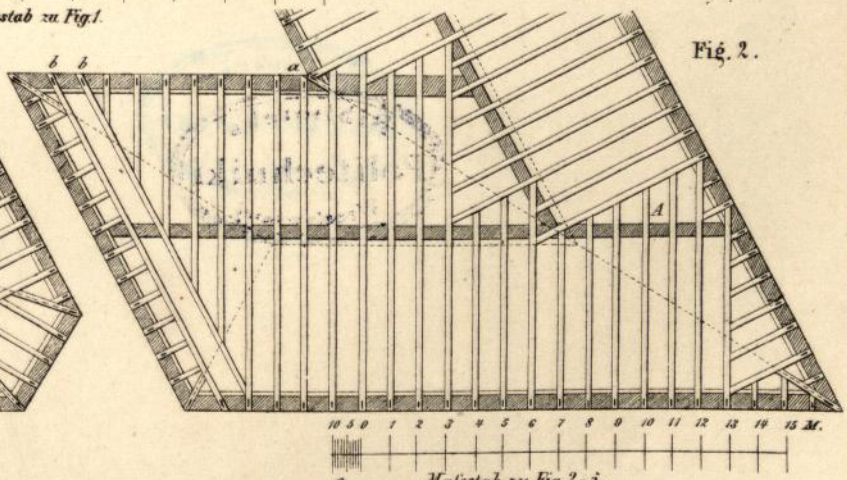
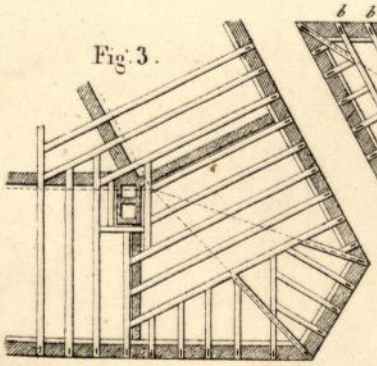


Fig. 3.



Maßstab zu Fig 2-3.

Fig 4.

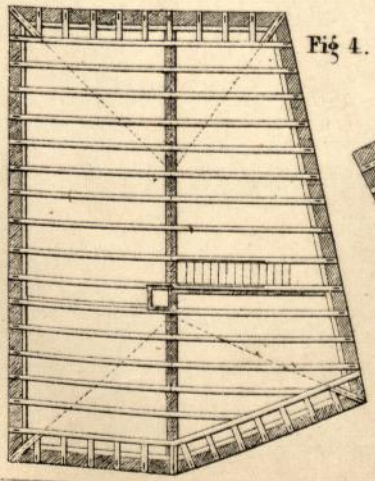
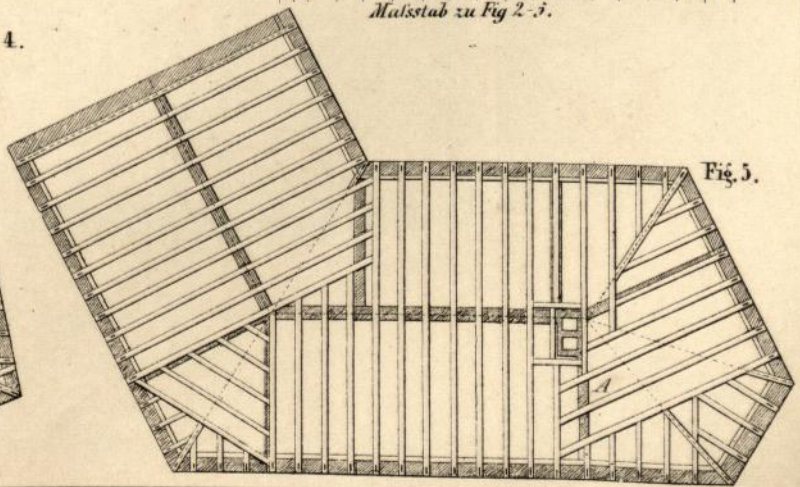


Fig. 5.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 13.

Fig. 2. Schnitt-a-b

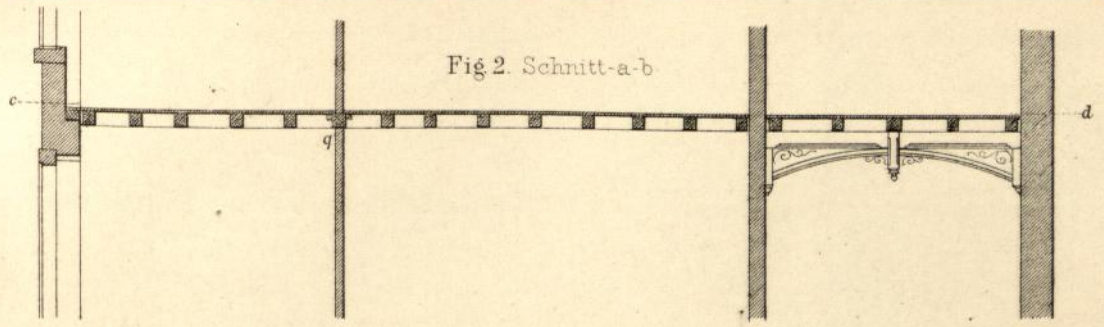
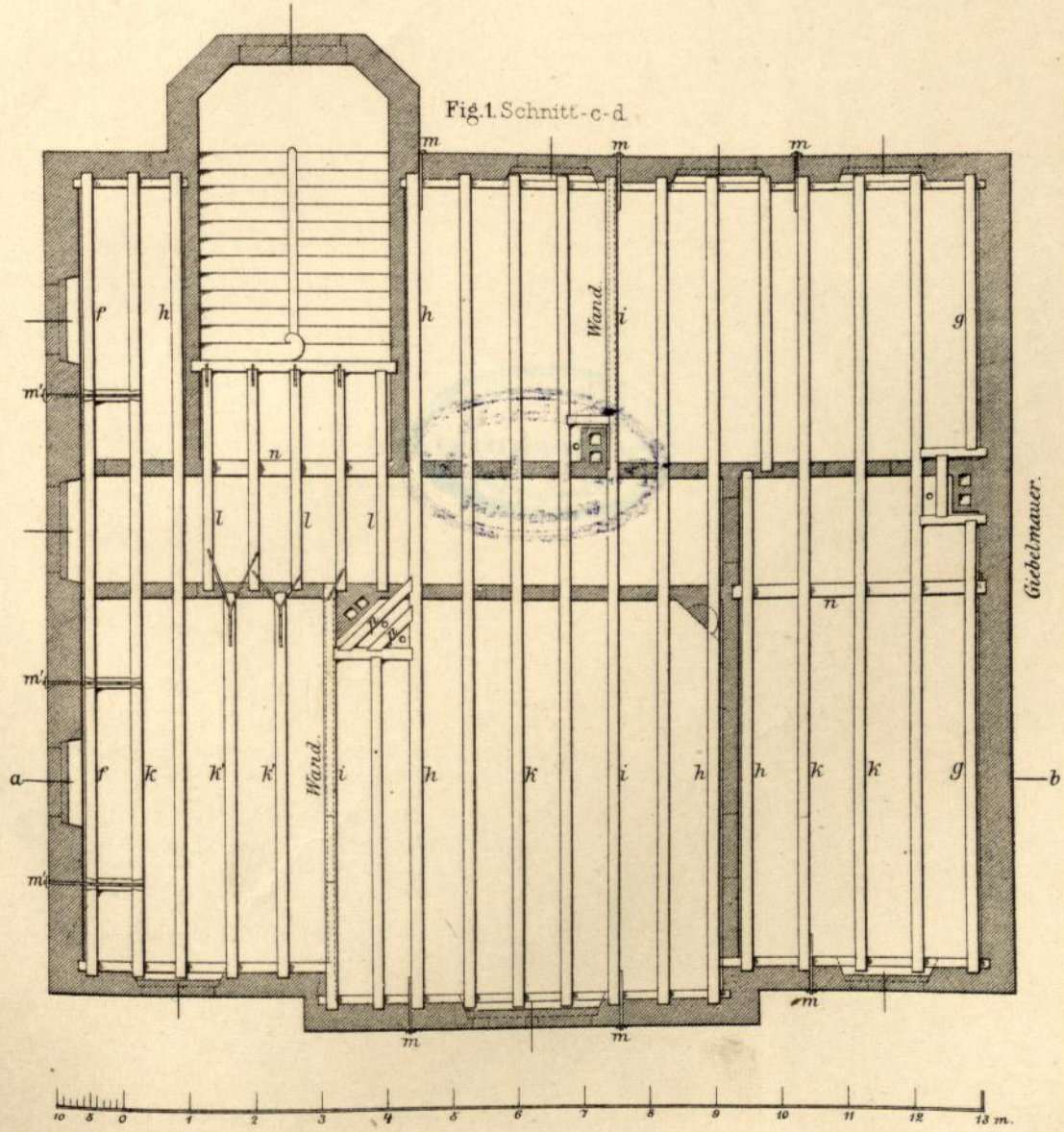


Fig. 1. Schnitt-c-d



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 14.

Fig. 1.

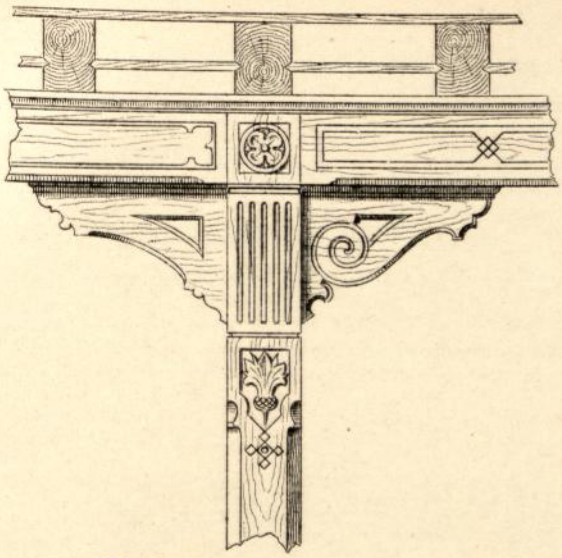


Fig. 2.

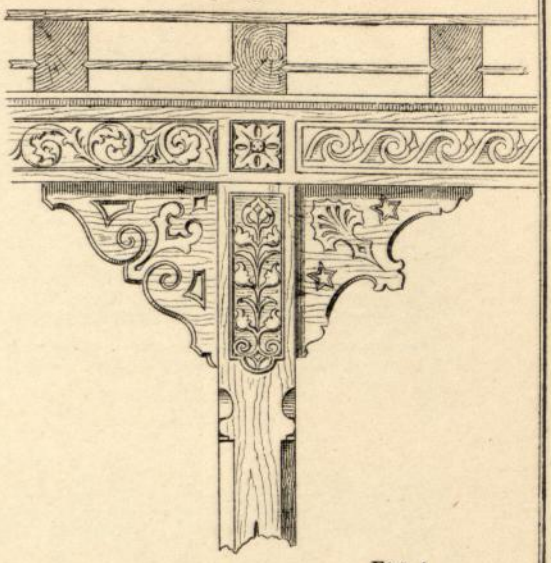


Fig. 3.

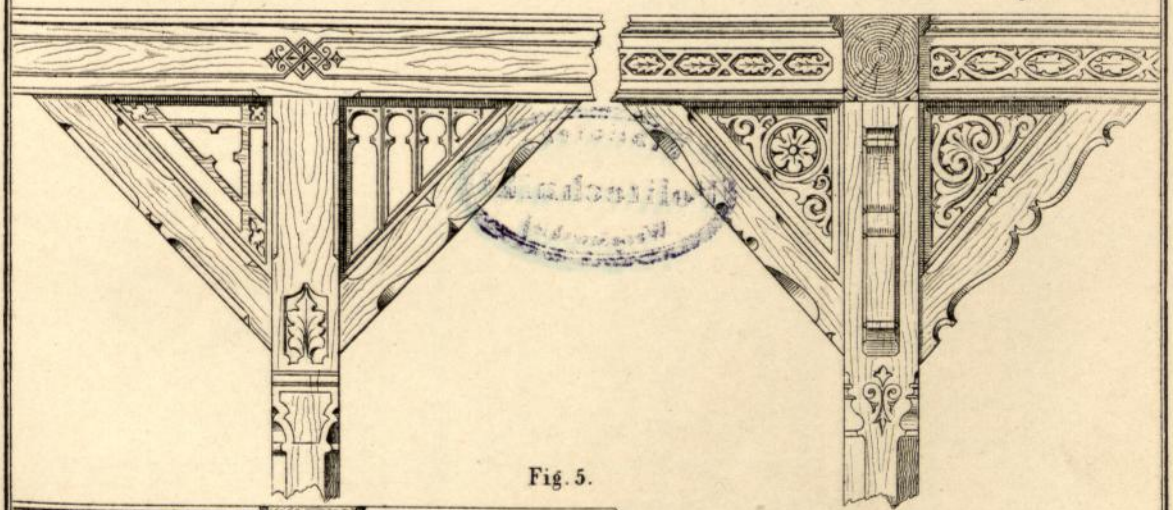
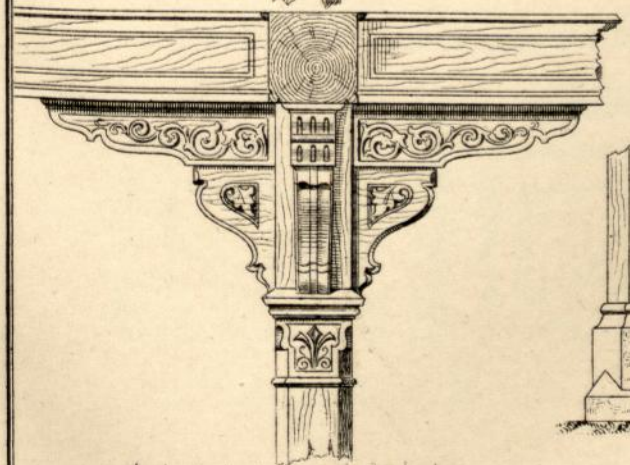


Fig. 4.

Fig. 5.



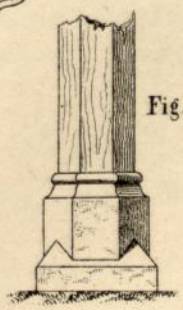


Fig. 7.

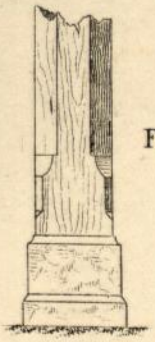
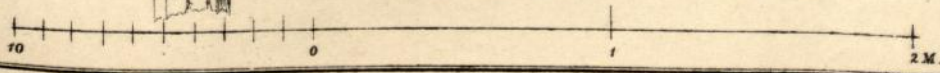


Fig. 6.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 15.

Fig. 1.

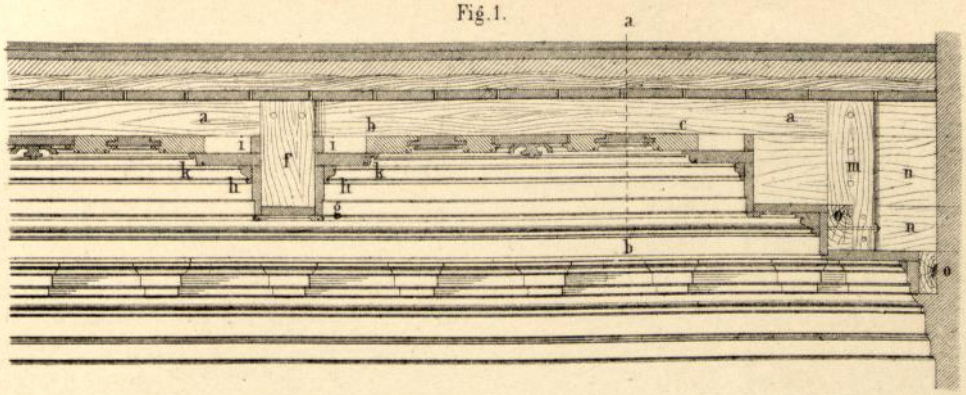
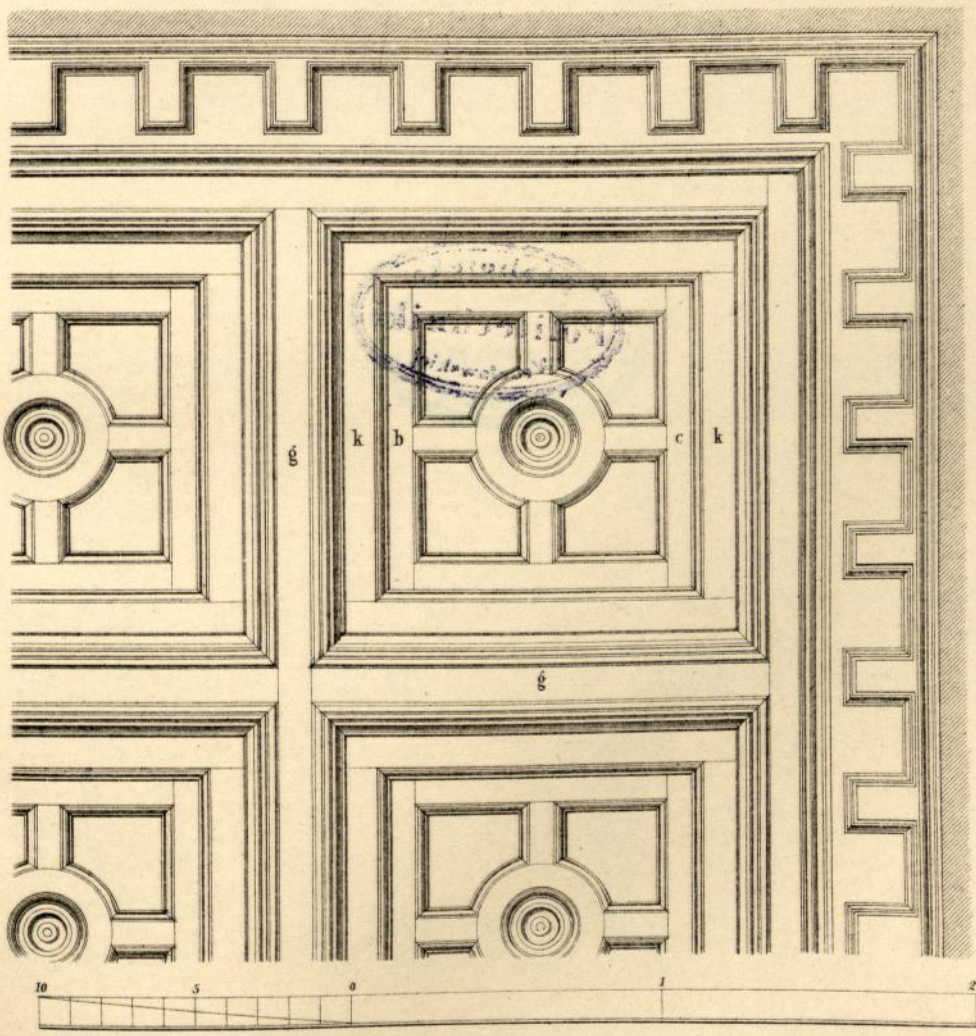
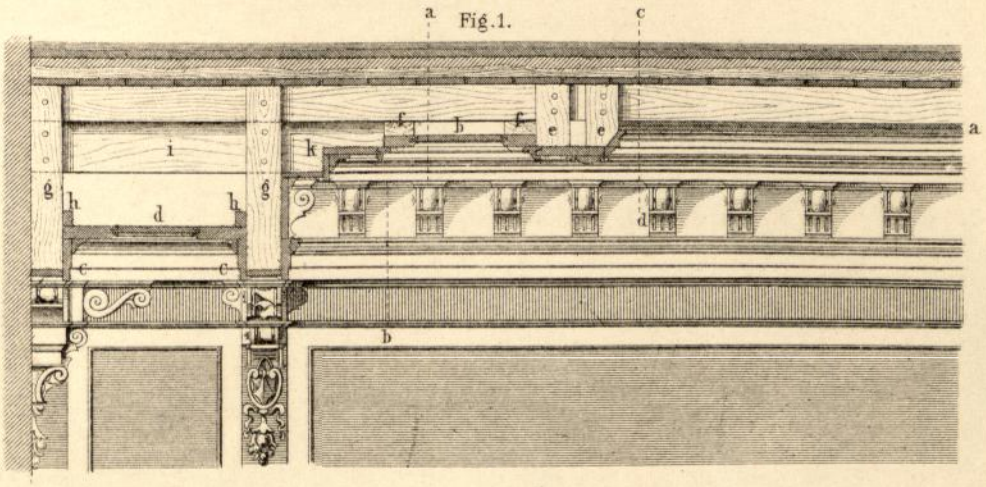


Fig. 2.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig.1.



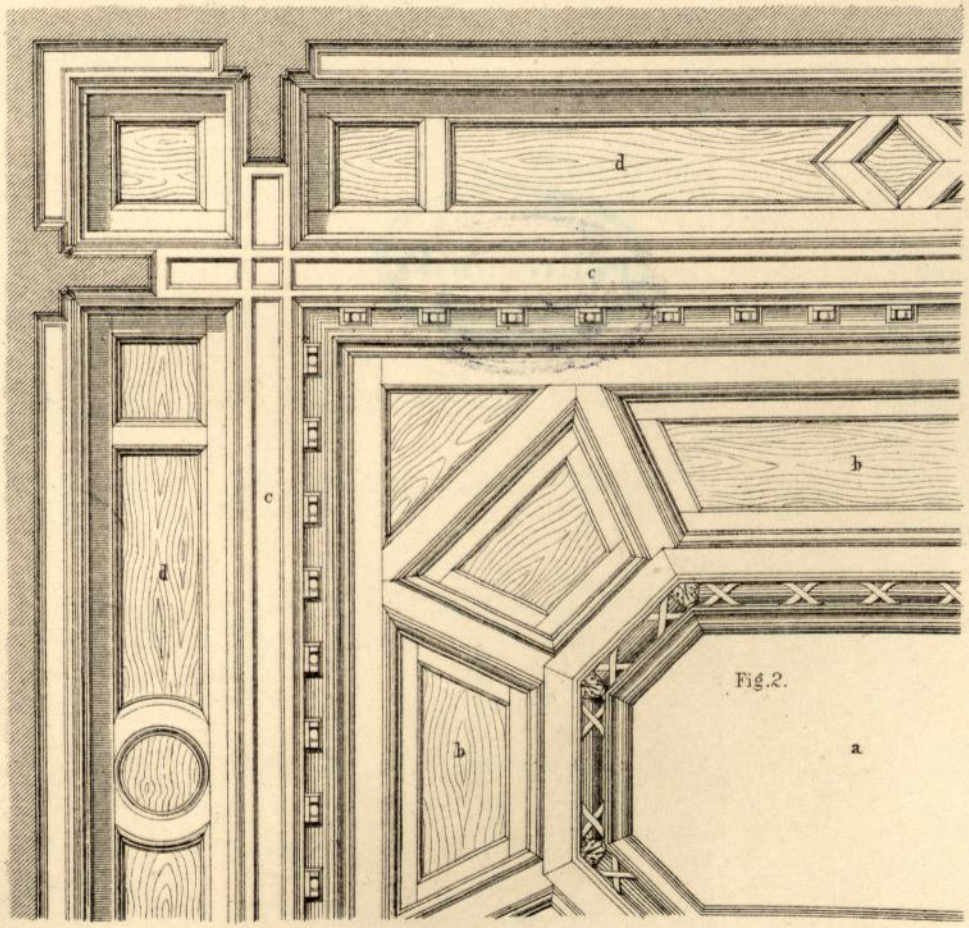
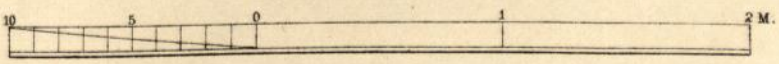
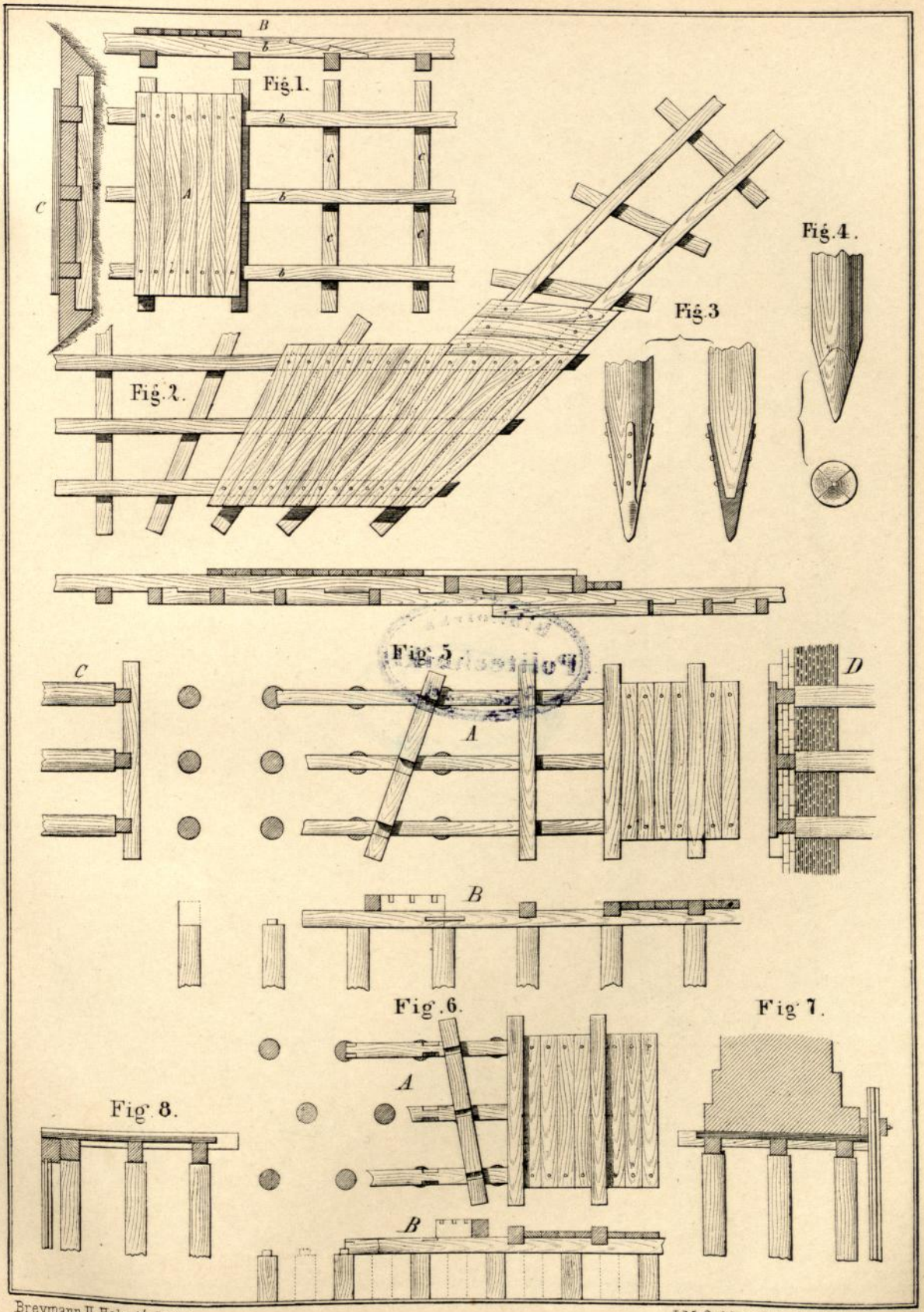


Fig.2.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 17.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 18.

Fig 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

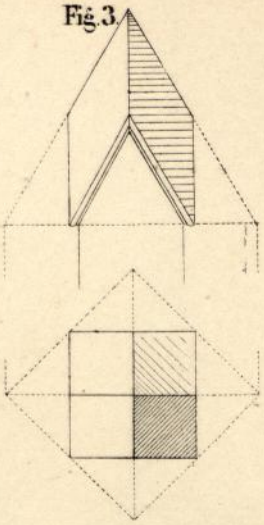


Fig 4

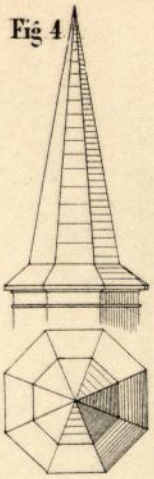


Fig. 5.

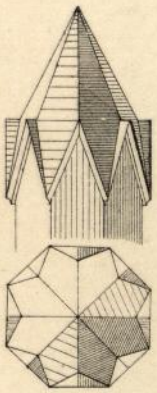


Fig. 6

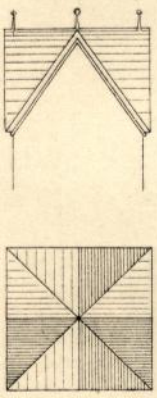


Fig. 7.

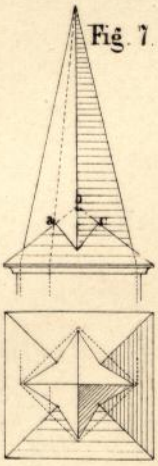


Fig. 8.

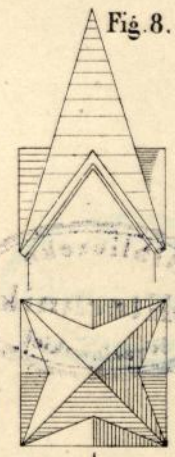


Fig. 9.

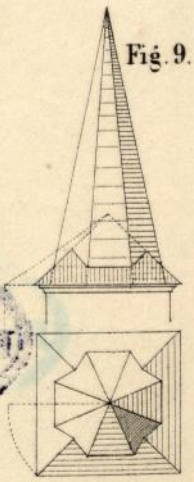


Fig 10.

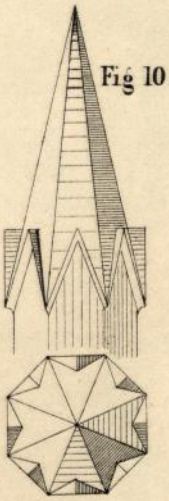


Fig 11.

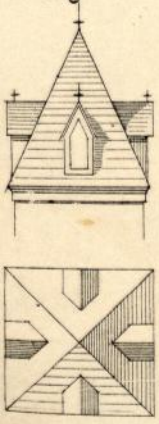


Fig. 12.

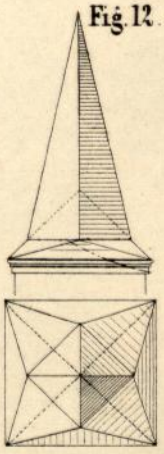


Fig 13.

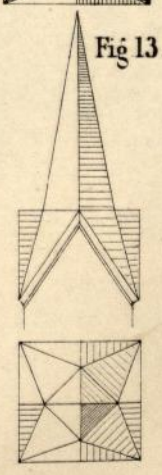


Fig. 14.

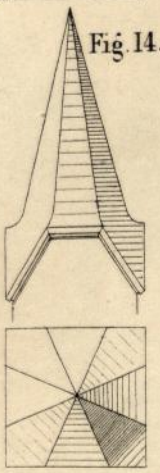
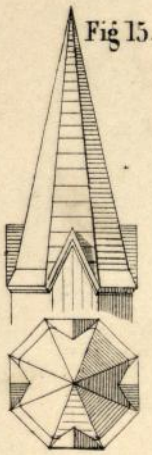
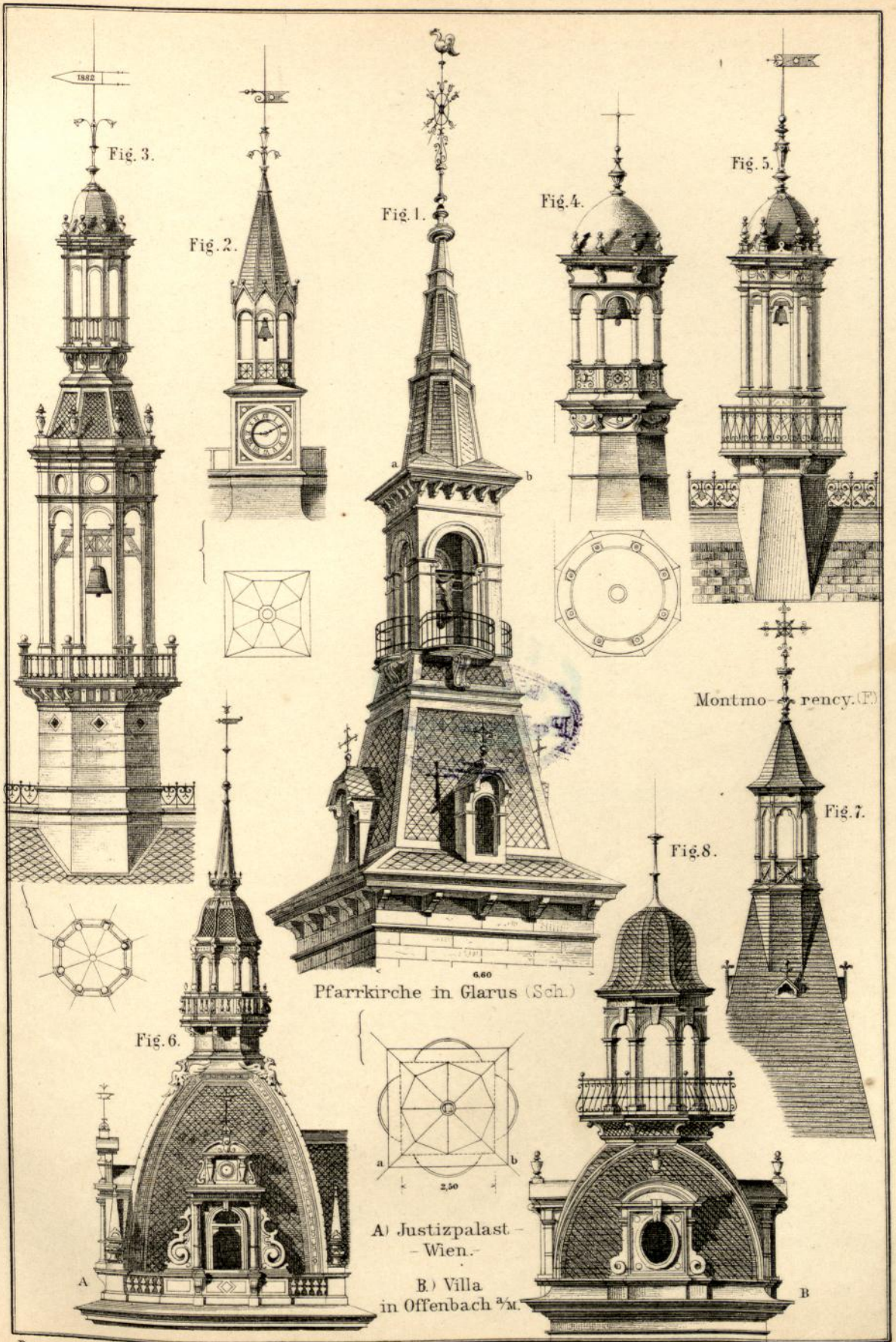


Fig 15.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 19.


1882
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 5.
a
b
Montmo- rency. (F)
Fig. 7.
Fig. 8.
6.60
Pfarrkirche in Glarus (Sch.)
Fig. 6.
a
b
2,50
A) Justizpalast - Wien.
B.) Villa in Offenbach a/M.
A
B

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 20.

Fig. 1.

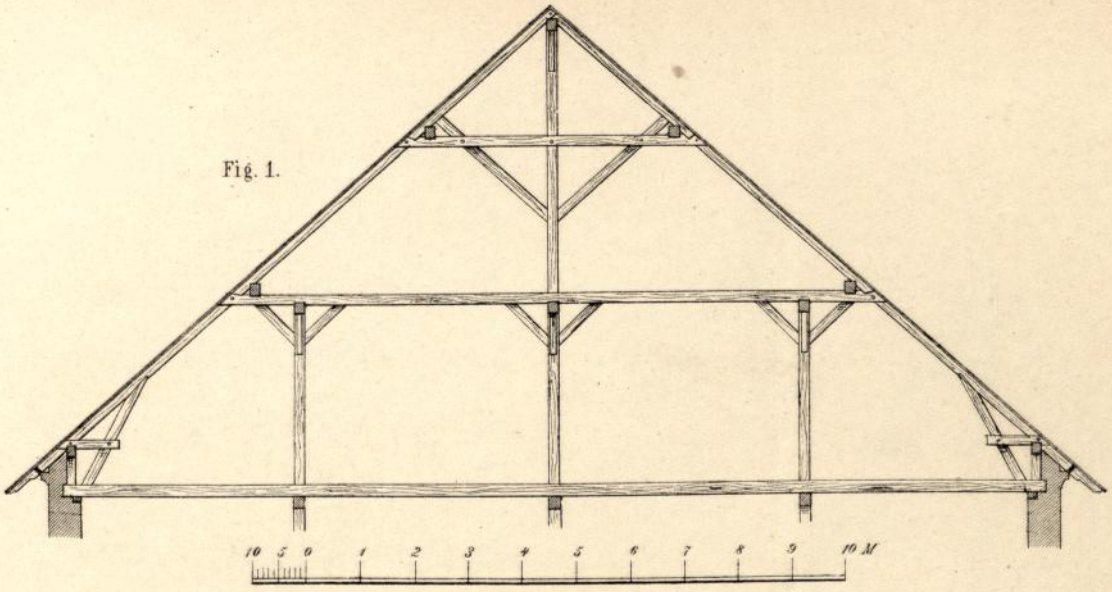


Fig. 2.

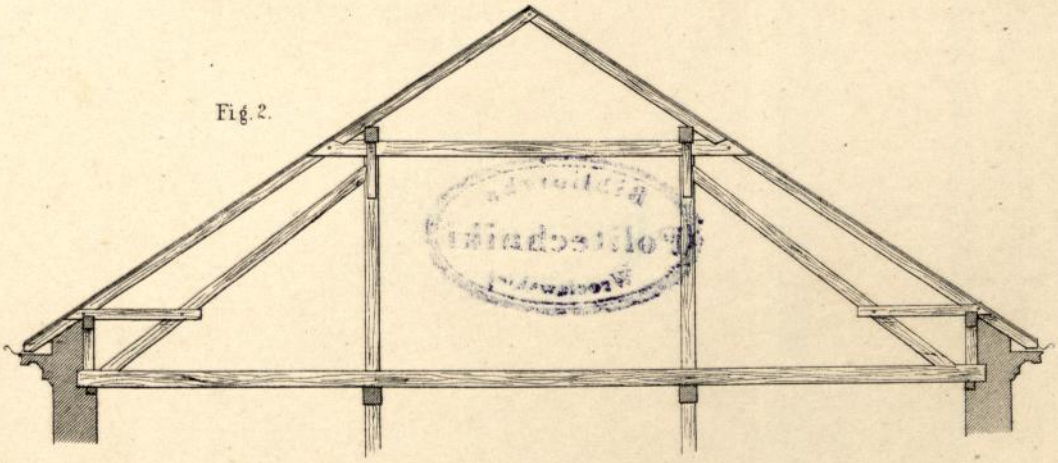
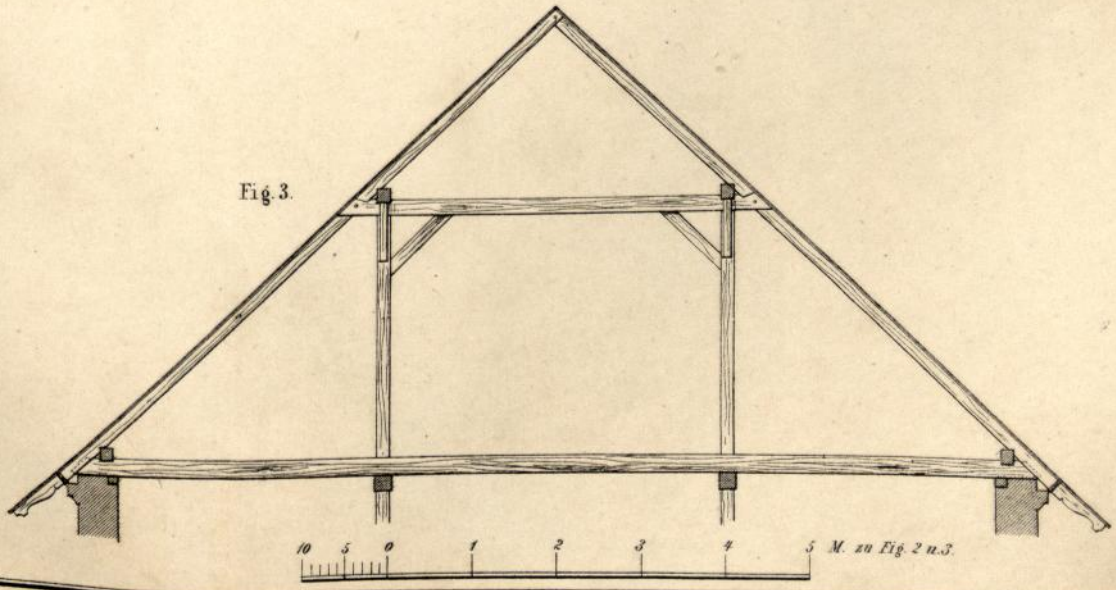


Fig. 3.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig.1.

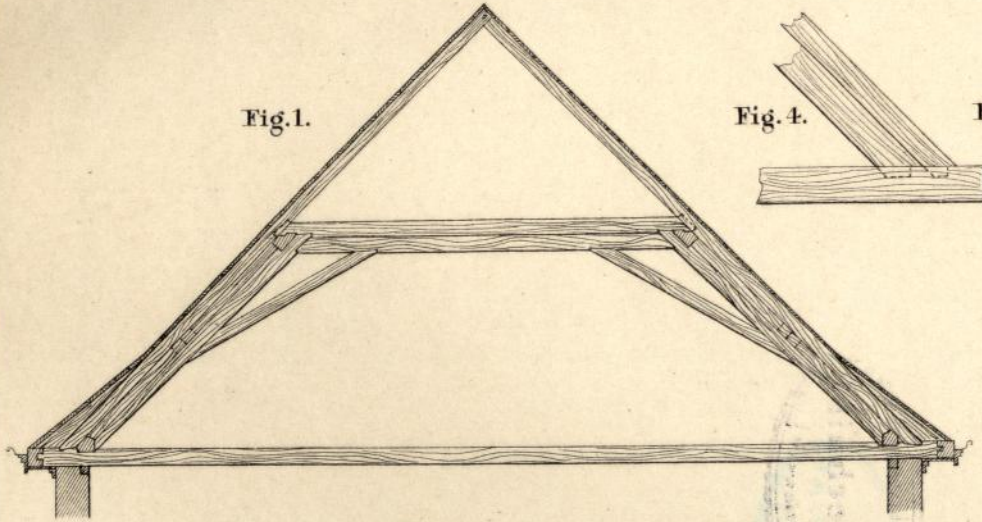


Fig.4.

Fig.2.

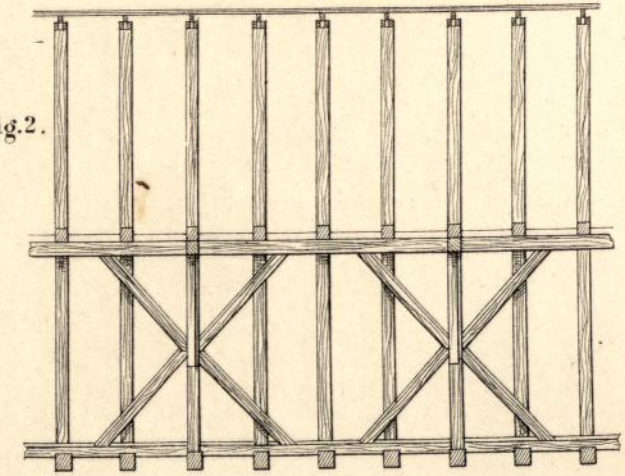


Fig.6.

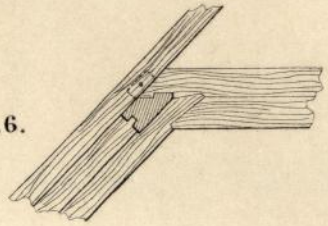


Fig.3.

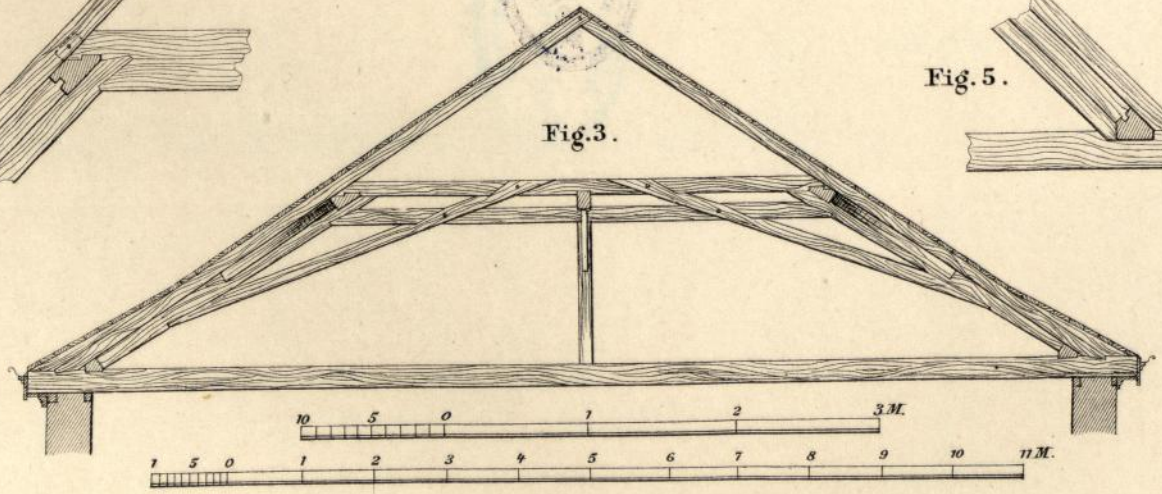
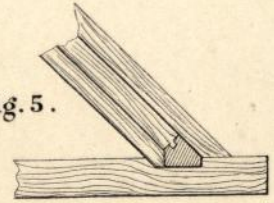


Fig.5.



Breymann II Holz (6.Aufl.)

J.M.Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

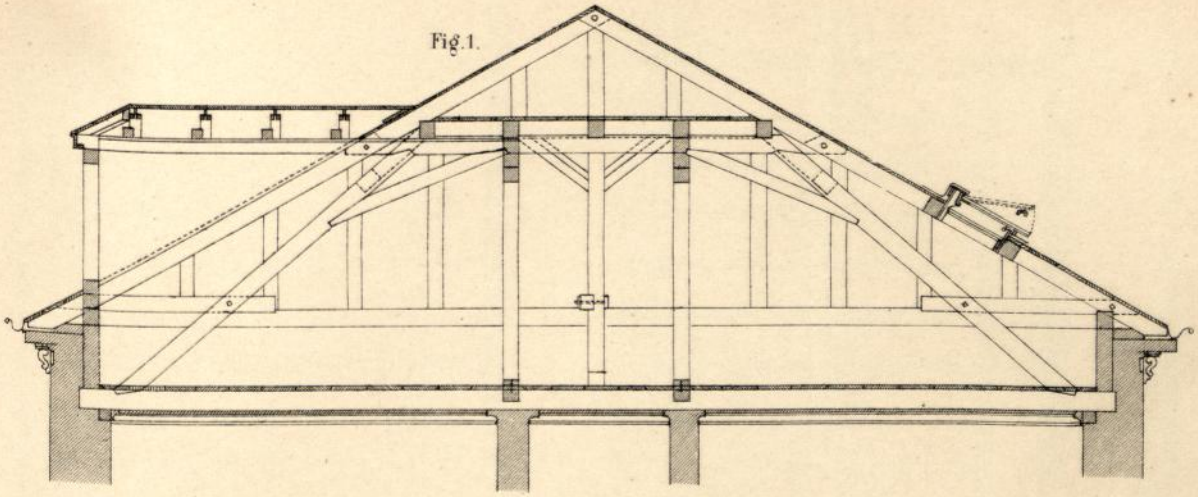


Fig. 2.

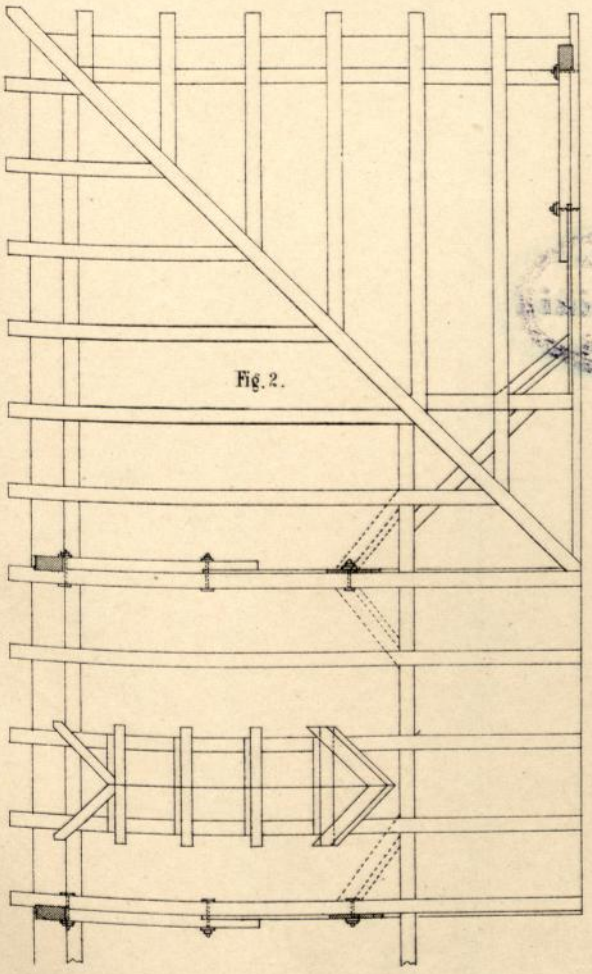
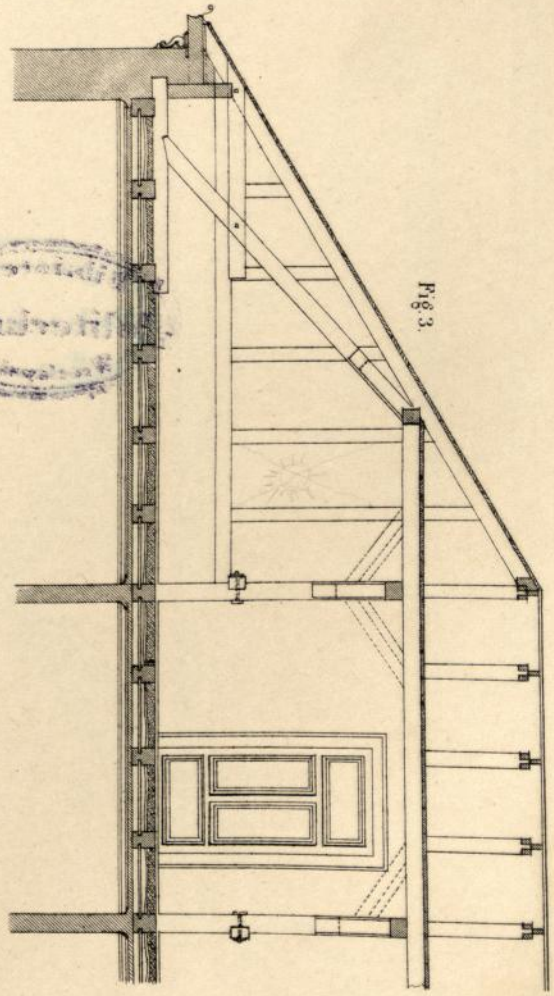


Fig. 3.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

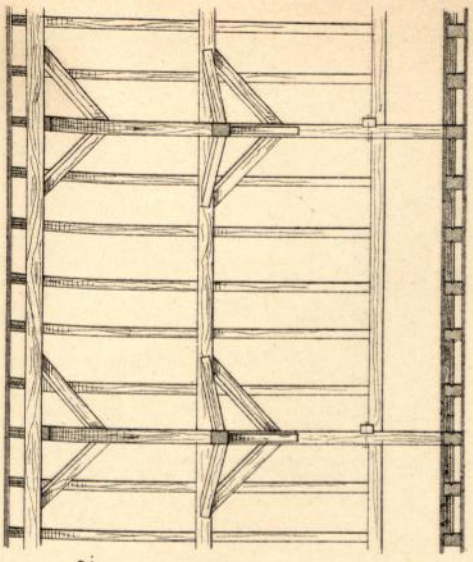


Fig. 2.

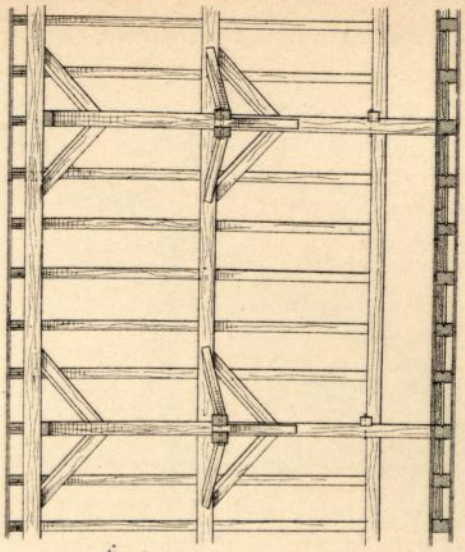


Fig. 4.

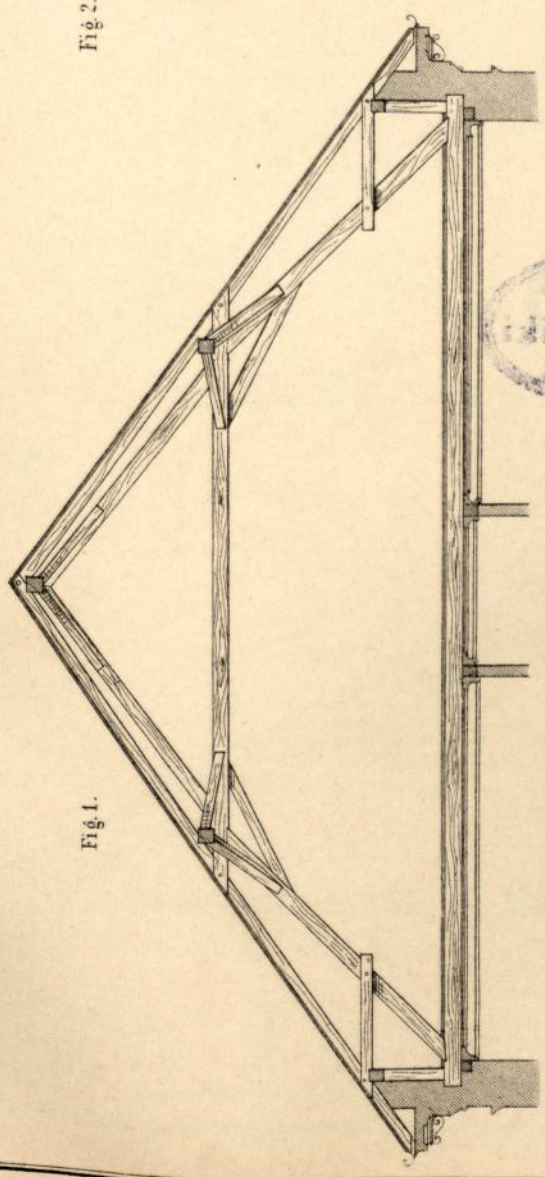


Fig. 1.

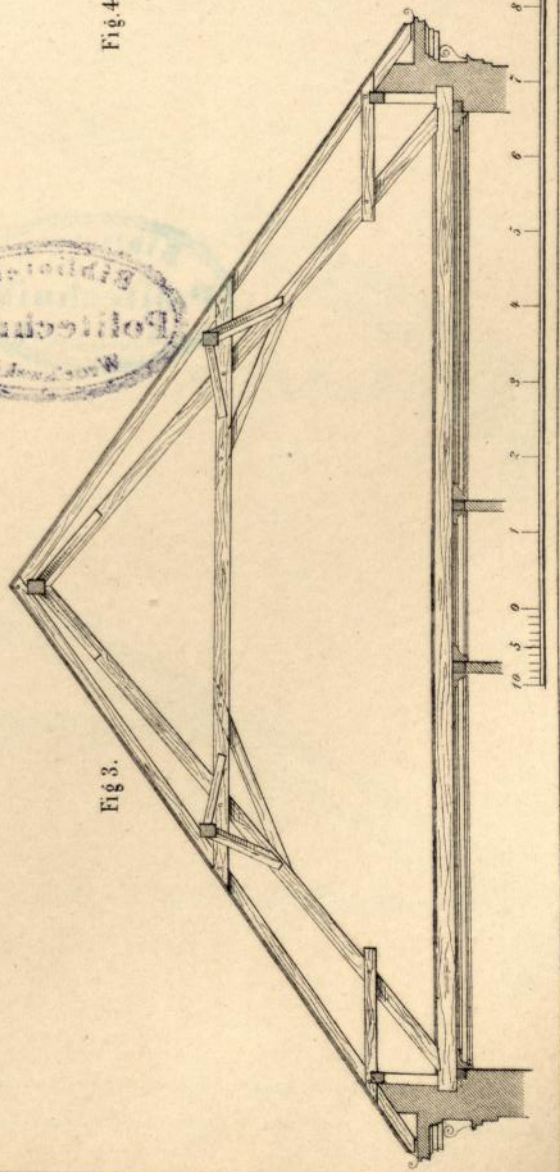


Fig. 3.

Bibliothek
Polytechnikum
Wien

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 24.

Fig. 1.

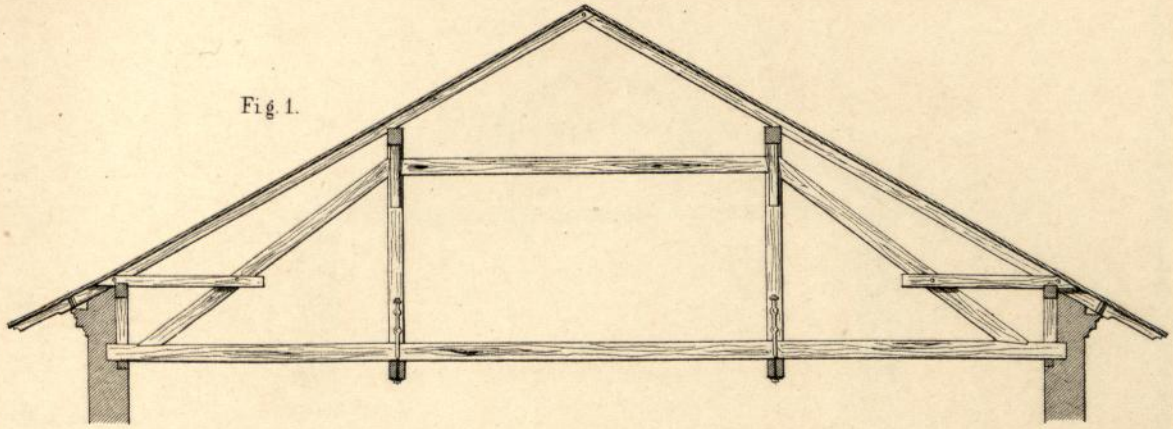


Fig. 2.

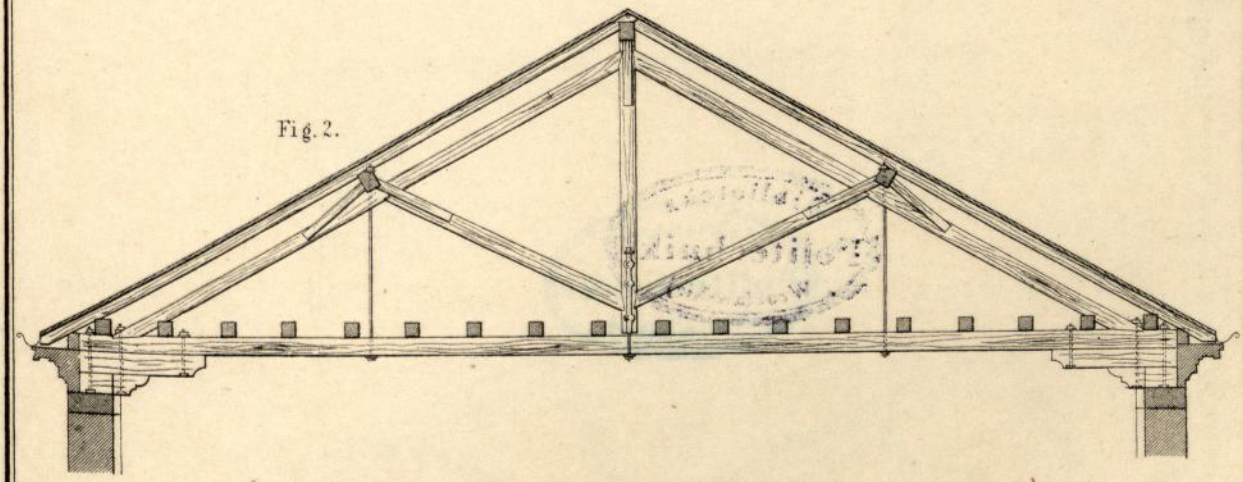
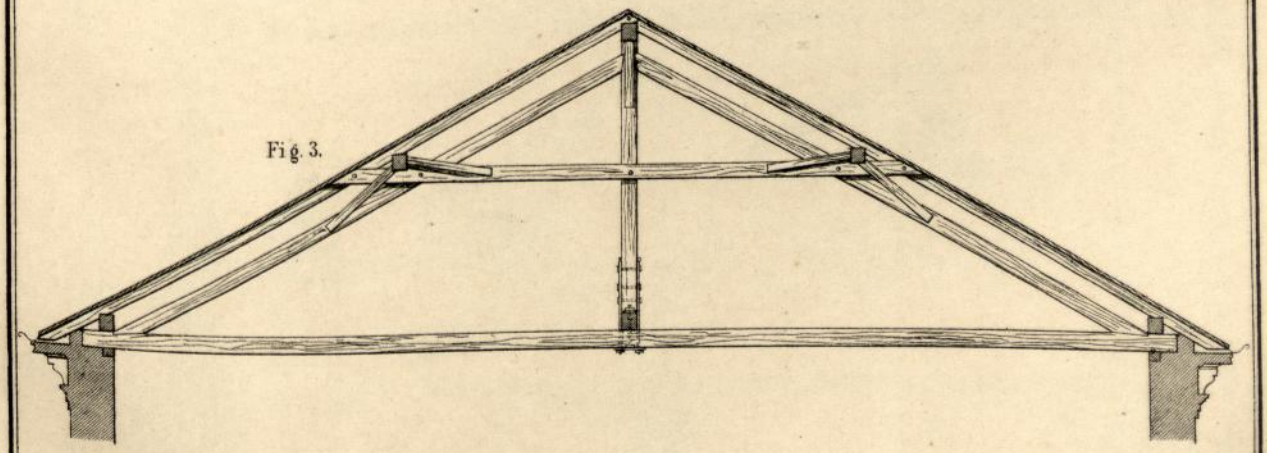
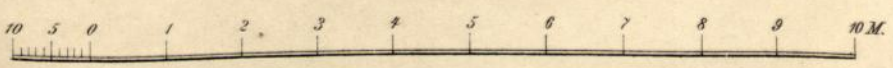


Fig. 3.





Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 25.

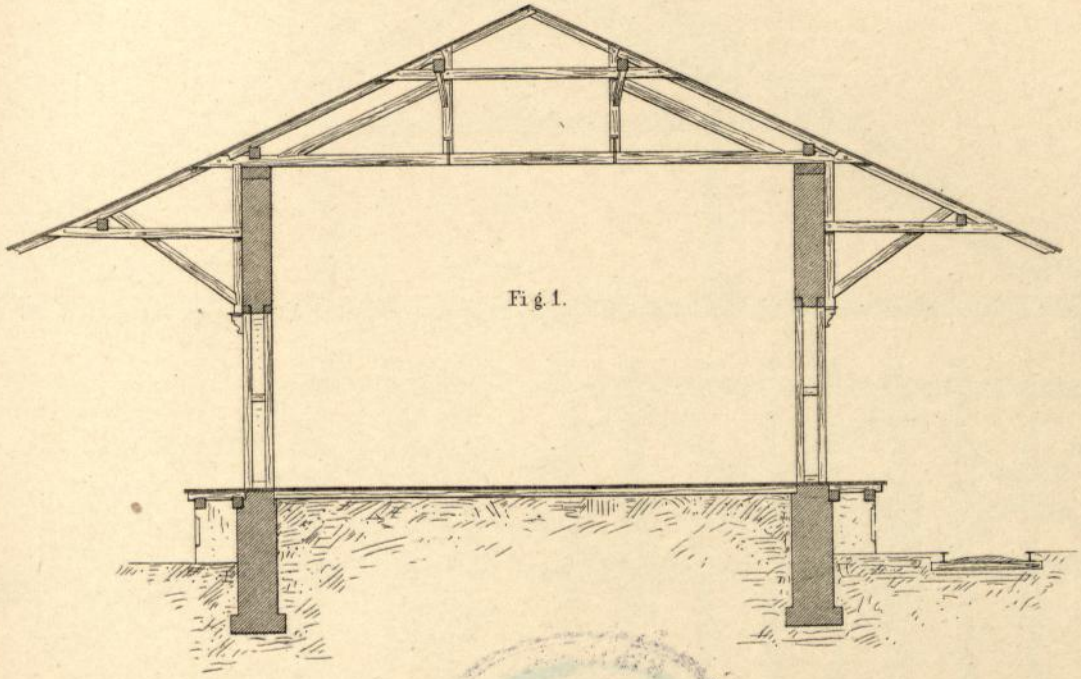


Fig. 1.

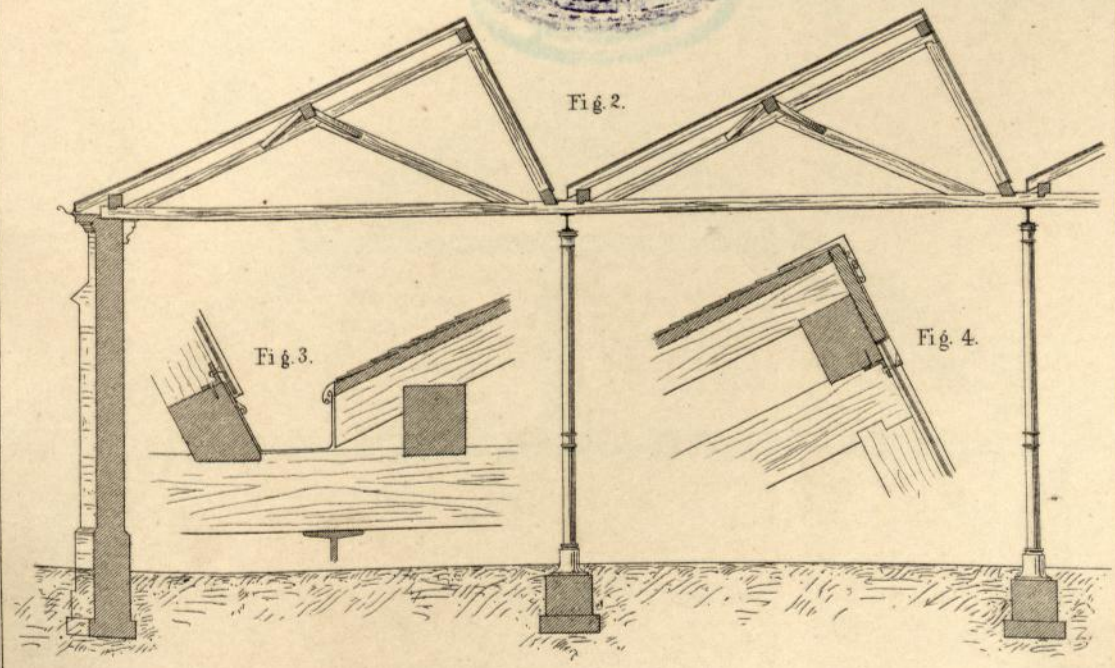


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 26.

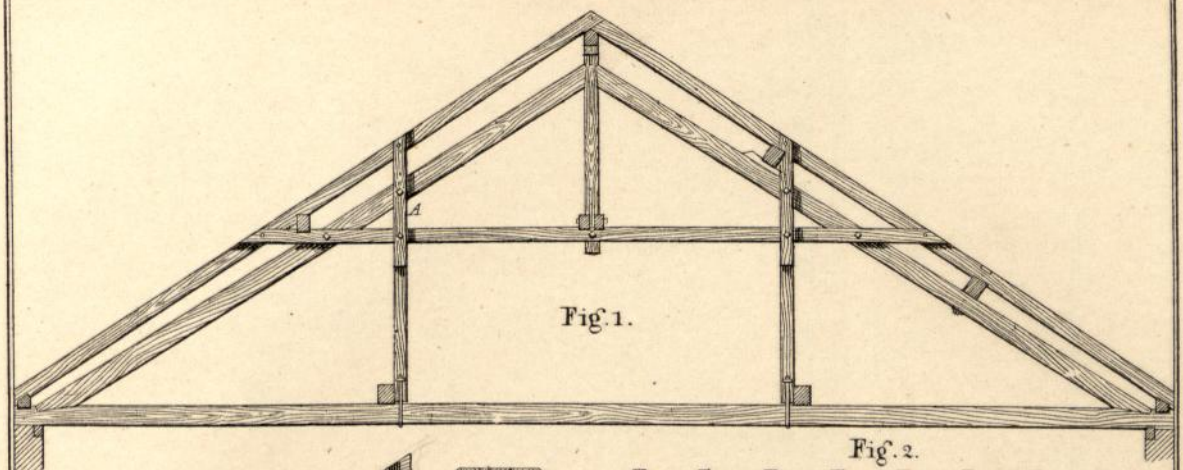


Fig. 1.

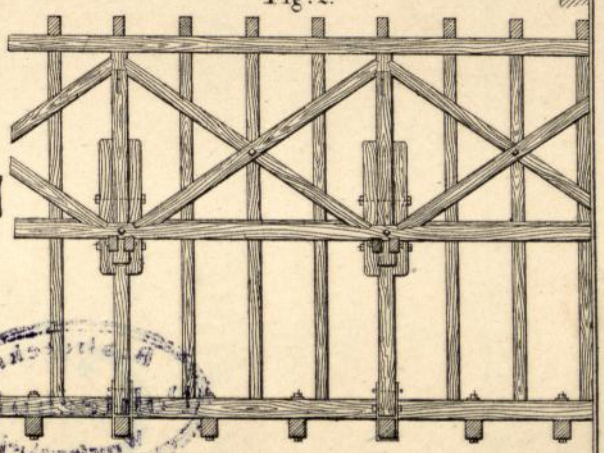


Fig. 2.

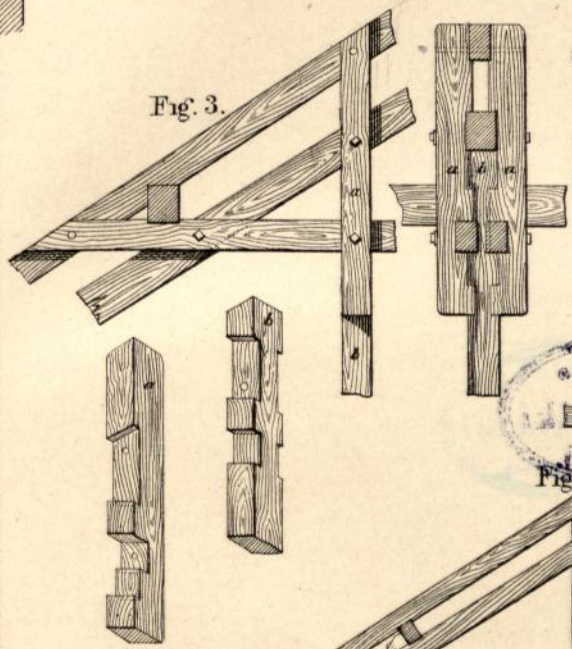
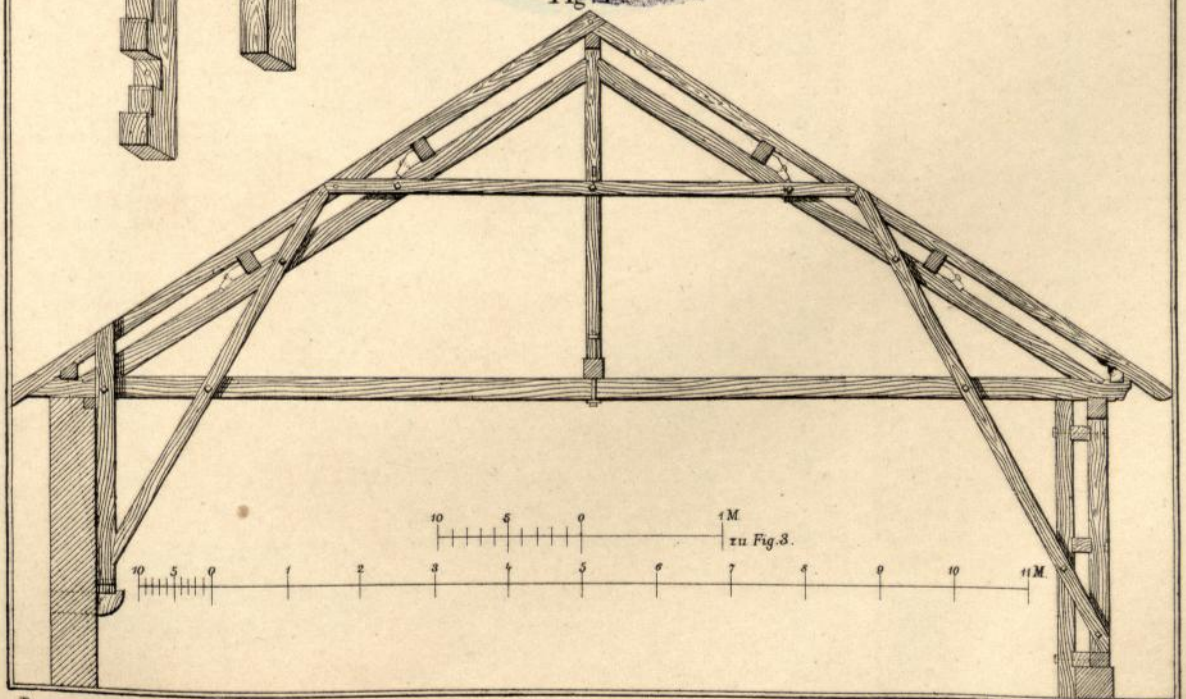


Fig. 3.

Fig. 4.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

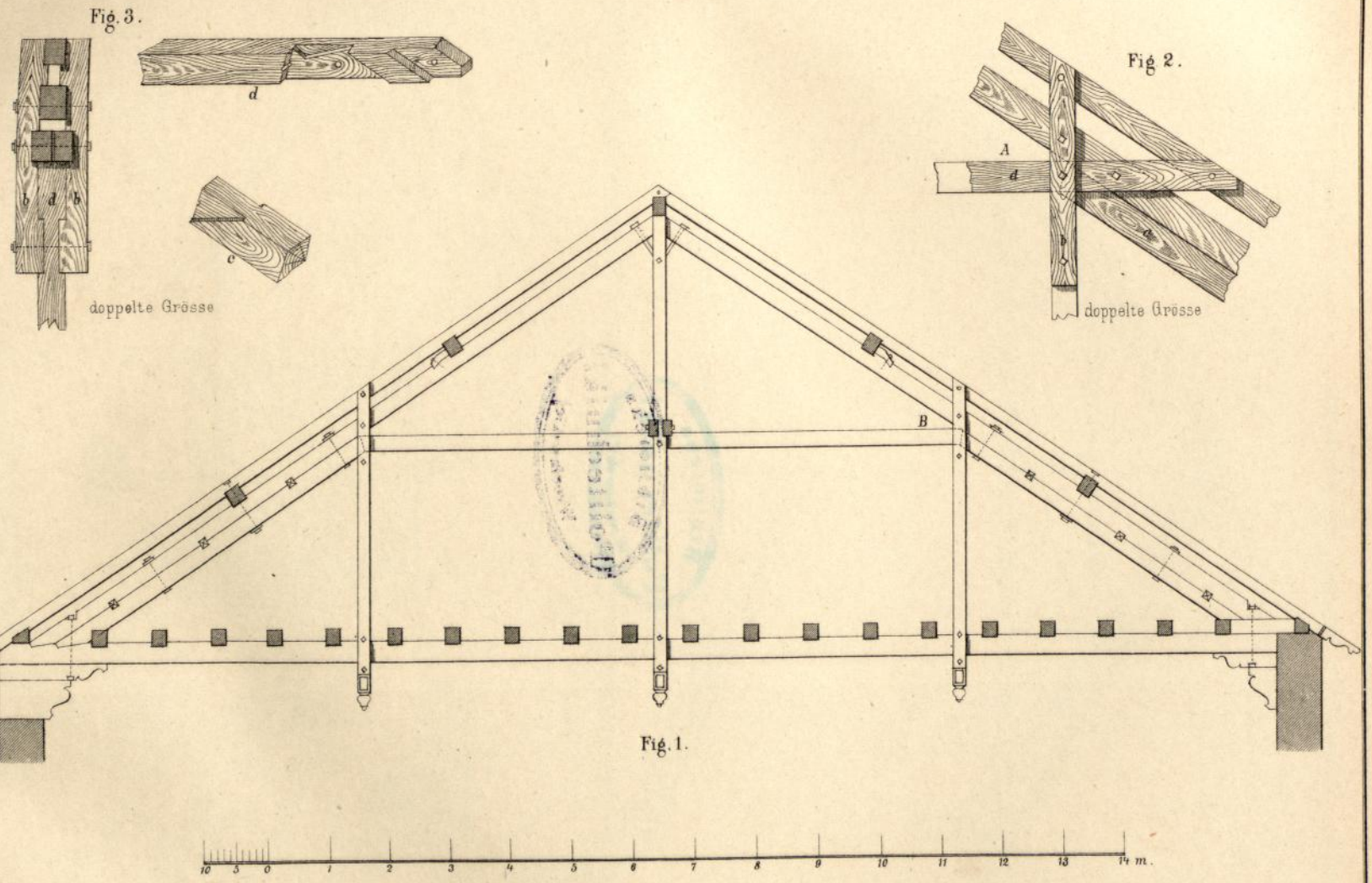


Fig. 1.

Breymann II Holz (6 Aufl.)
J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 28.

Fig. 1.

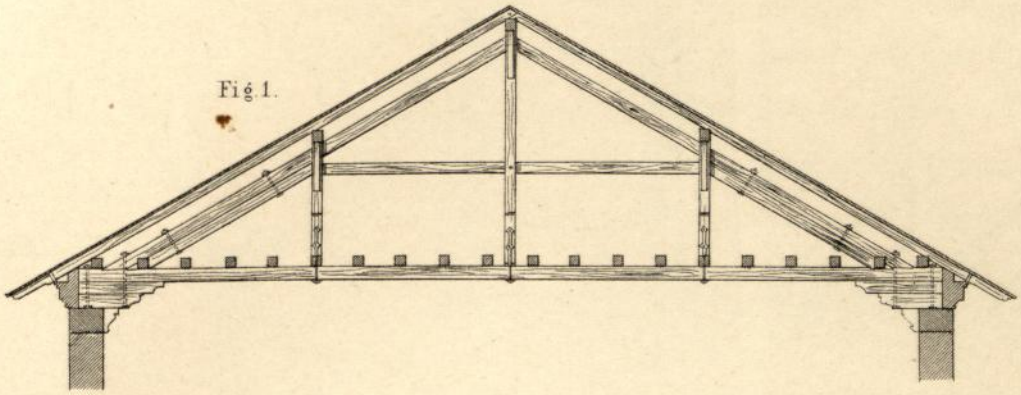


Fig. 2.

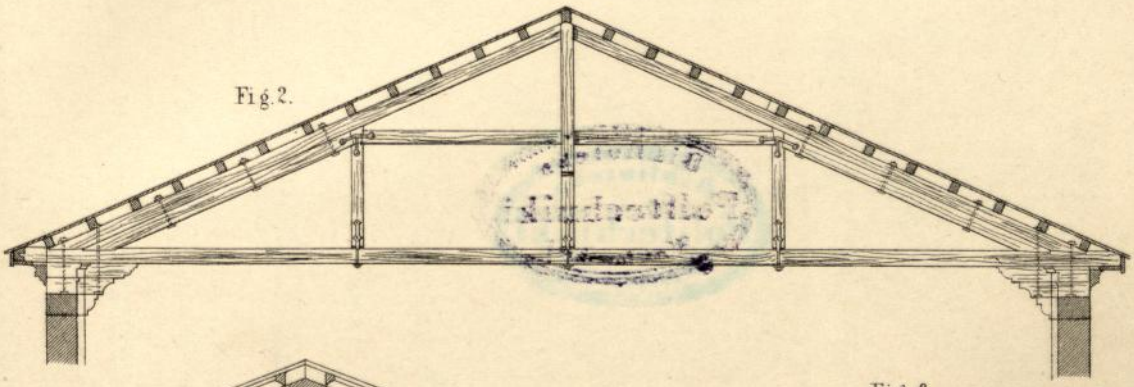


Fig. 3.

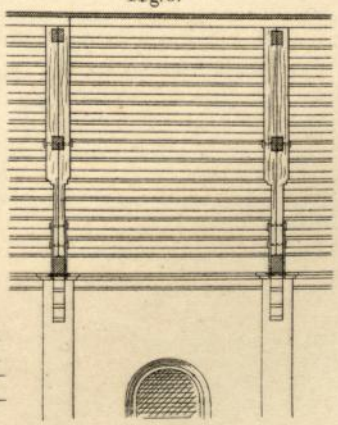


Fig. 4.

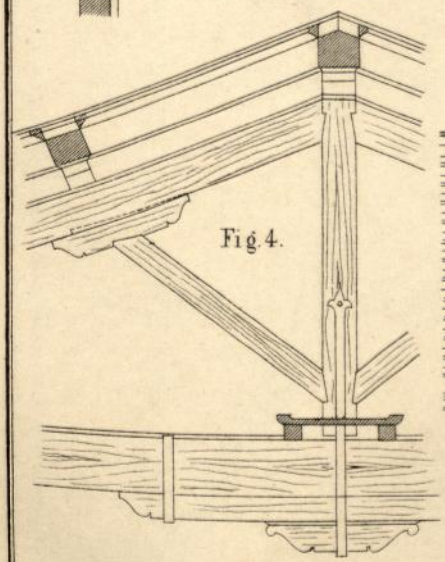
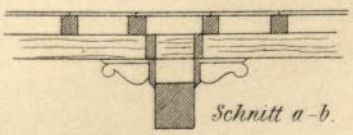


Fig. 6.



Schnitt a–b.

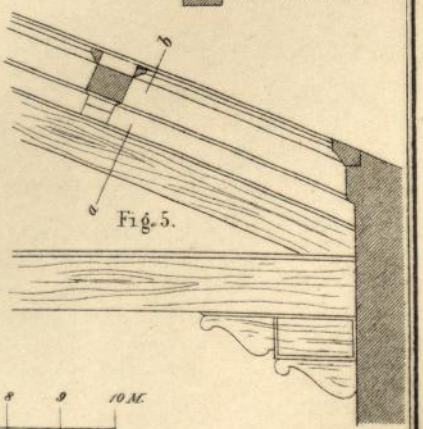
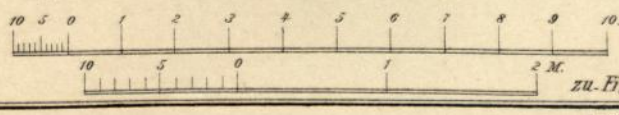


Fig. 5.



zu Fig. 4 5 u. 6.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 29.

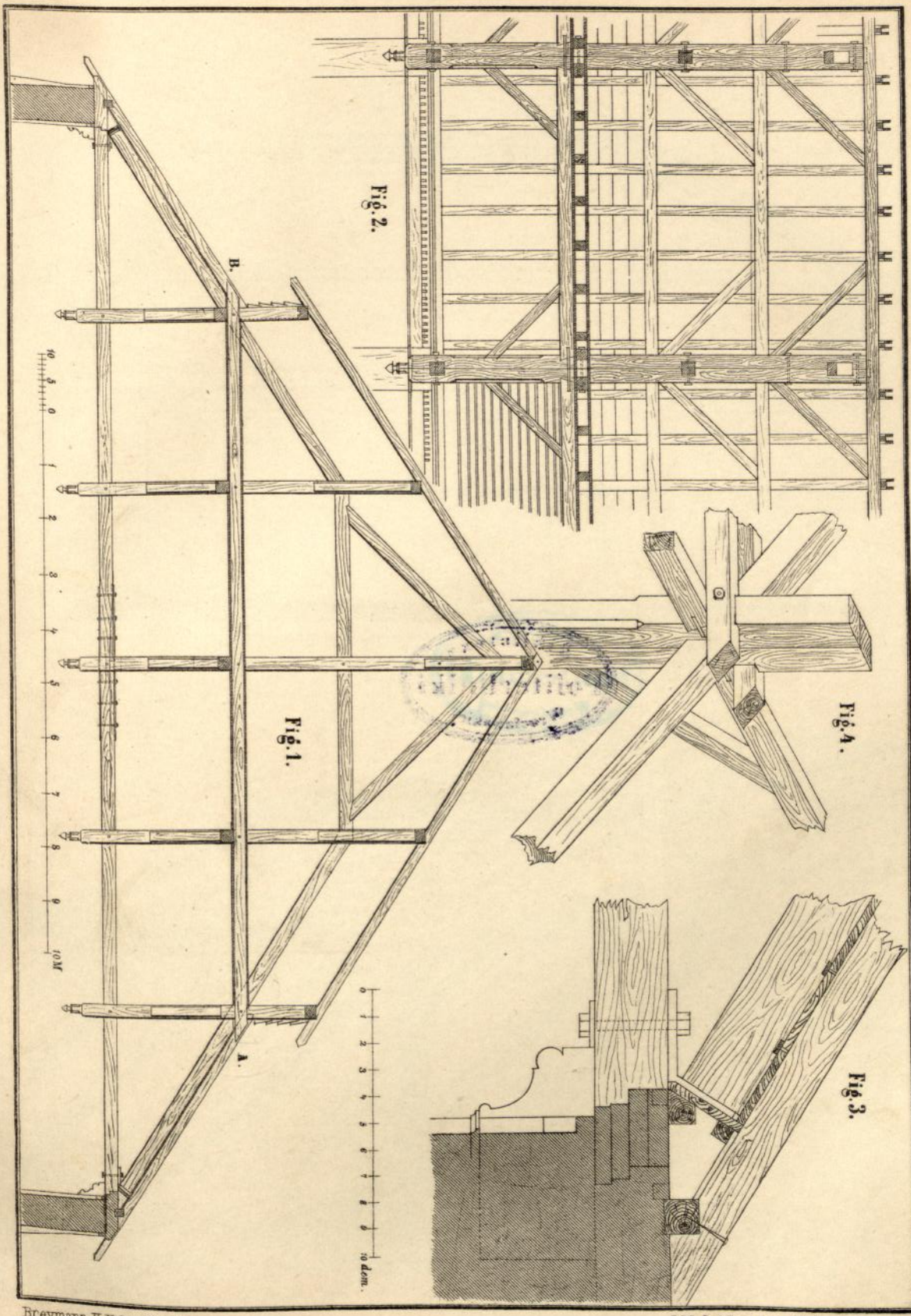


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 3.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 30.

Fig. 1.

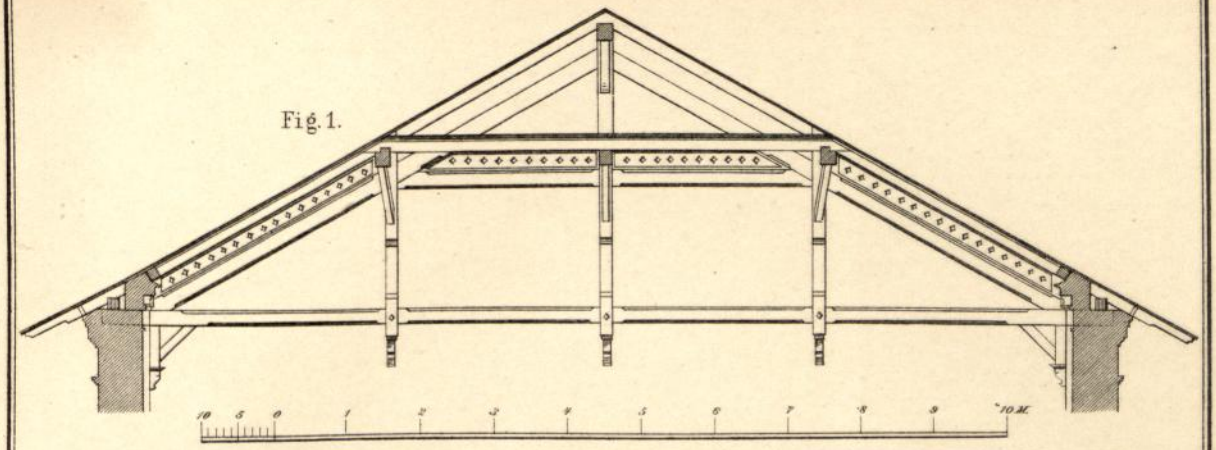


Fig. 2.

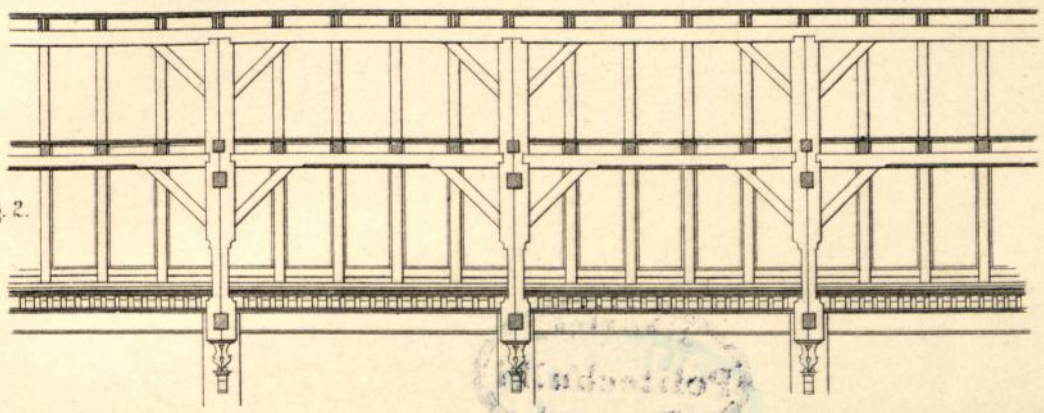
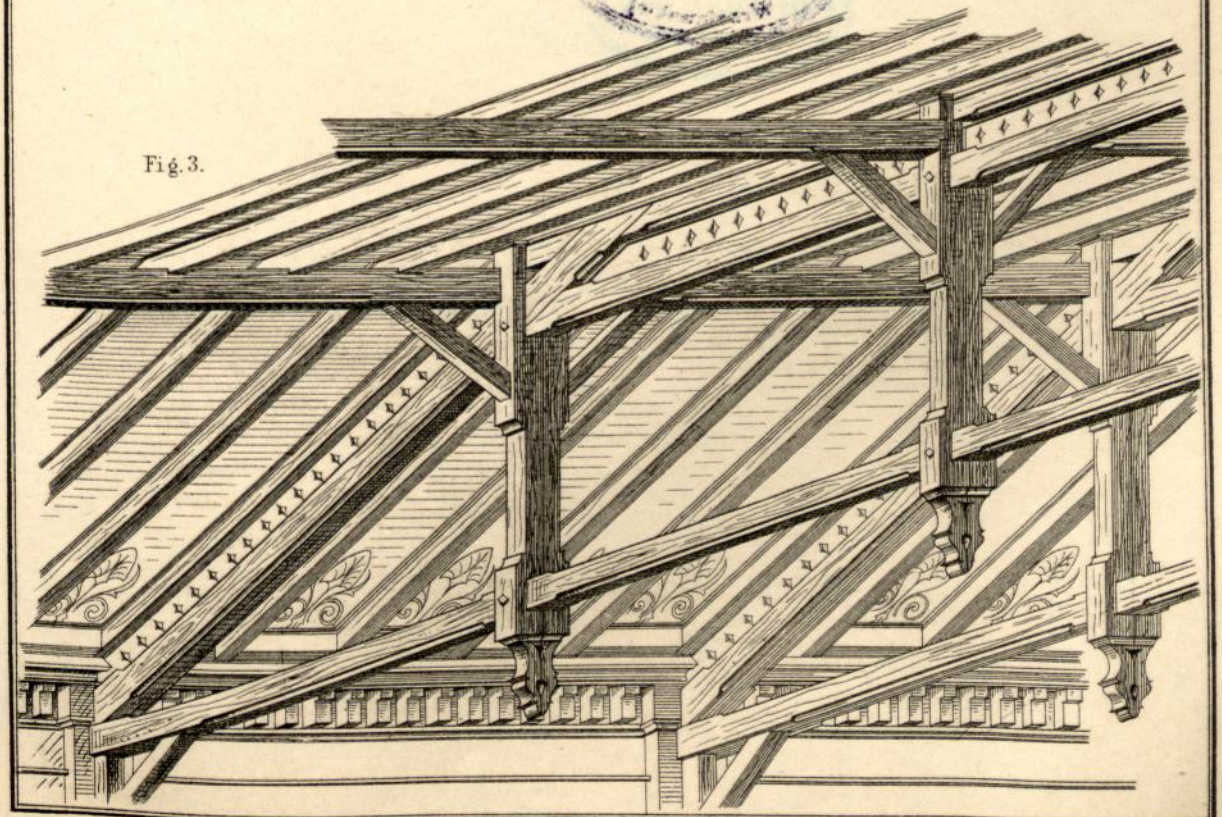


Fig. 3.



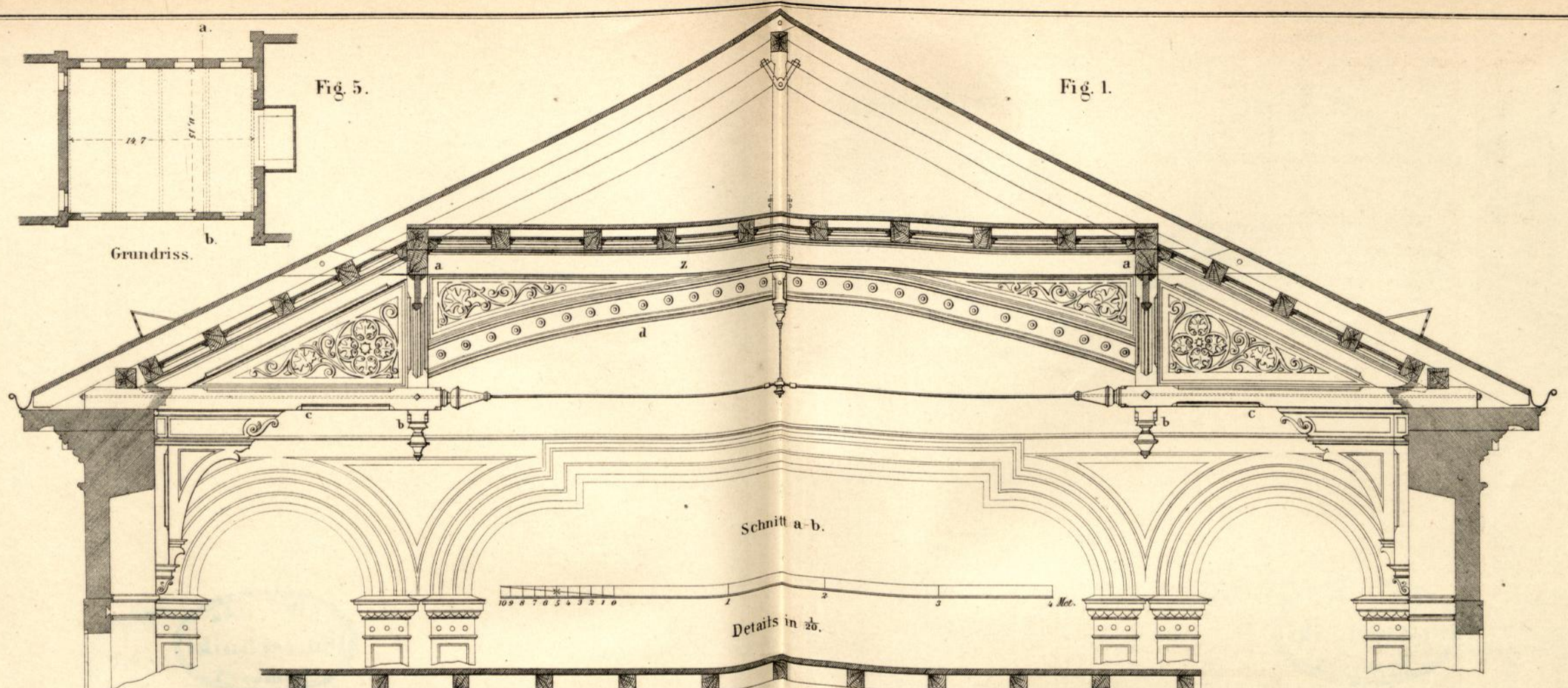
Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 5.

Grundriss.

Fig. 1.



Schnitt a–b.

Details in $\frac{1}{20}$.

Fig. 3.

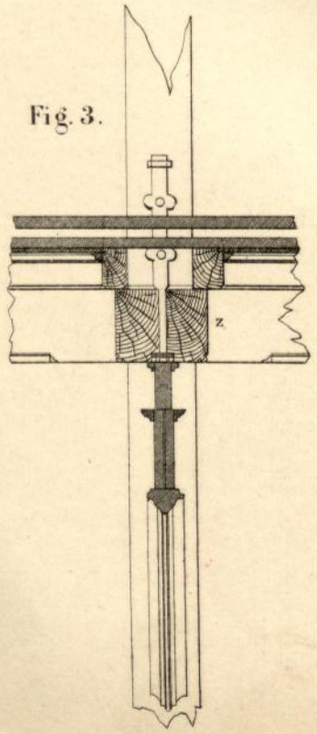


Fig. 2.

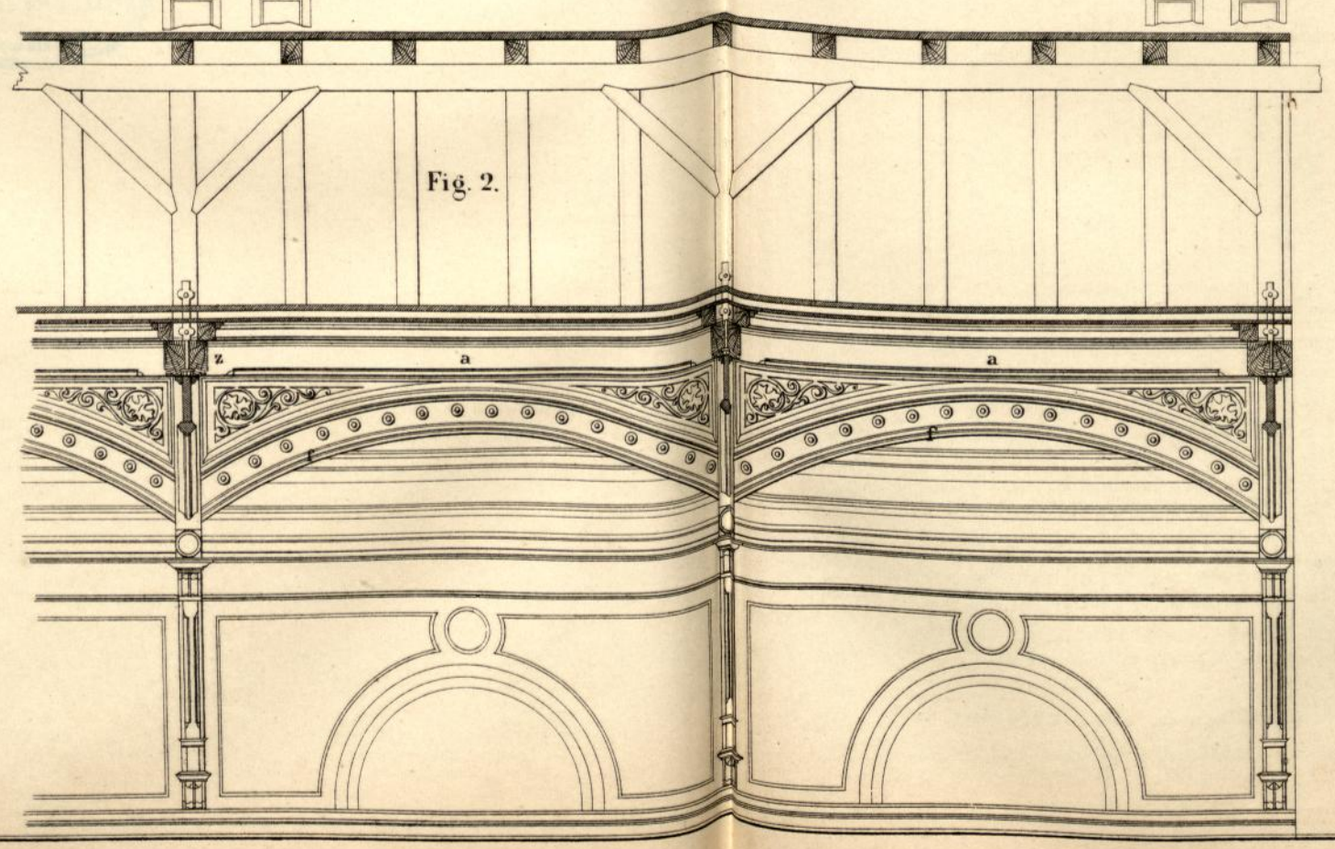
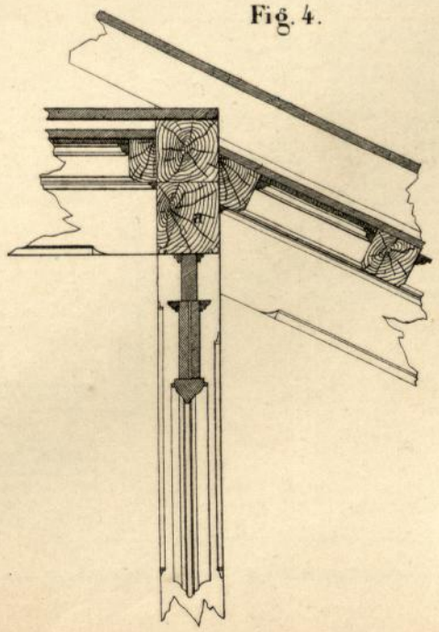


Fig. 4.



J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 4.

Fig. 5.

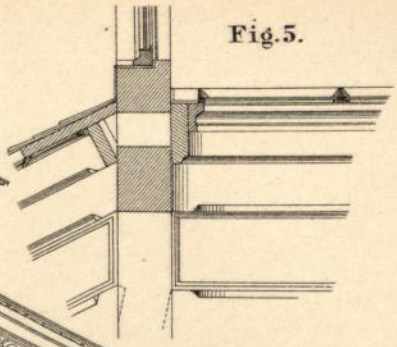


Fig. 1.

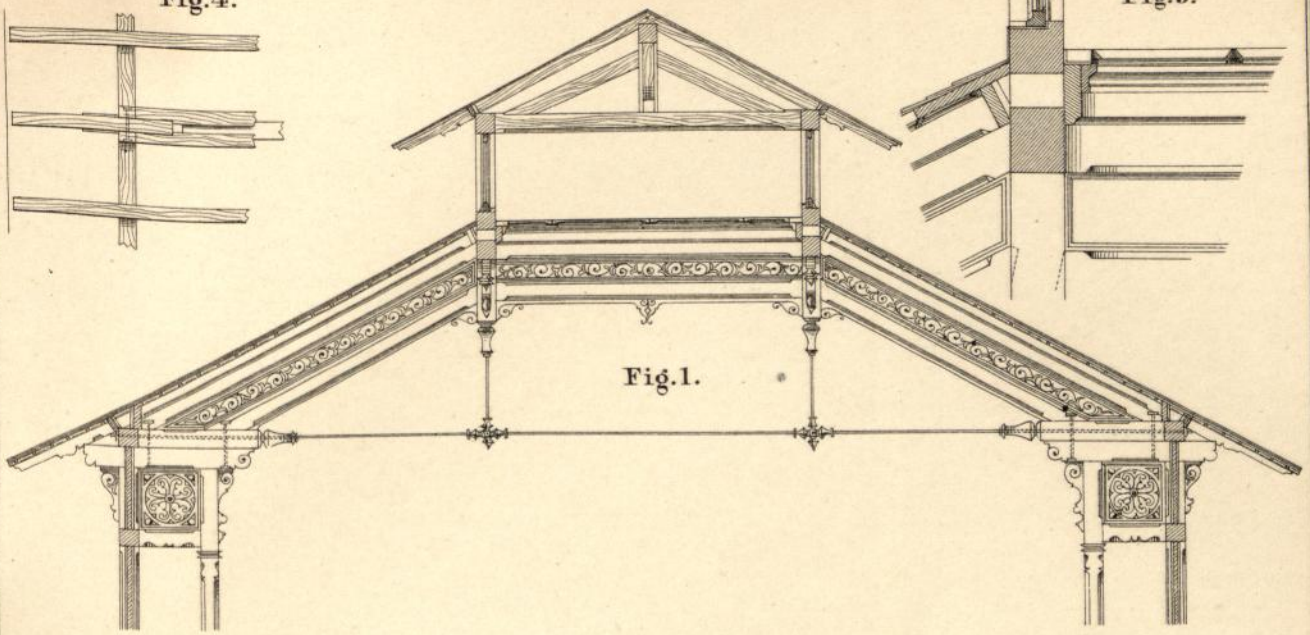


Fig. 3.

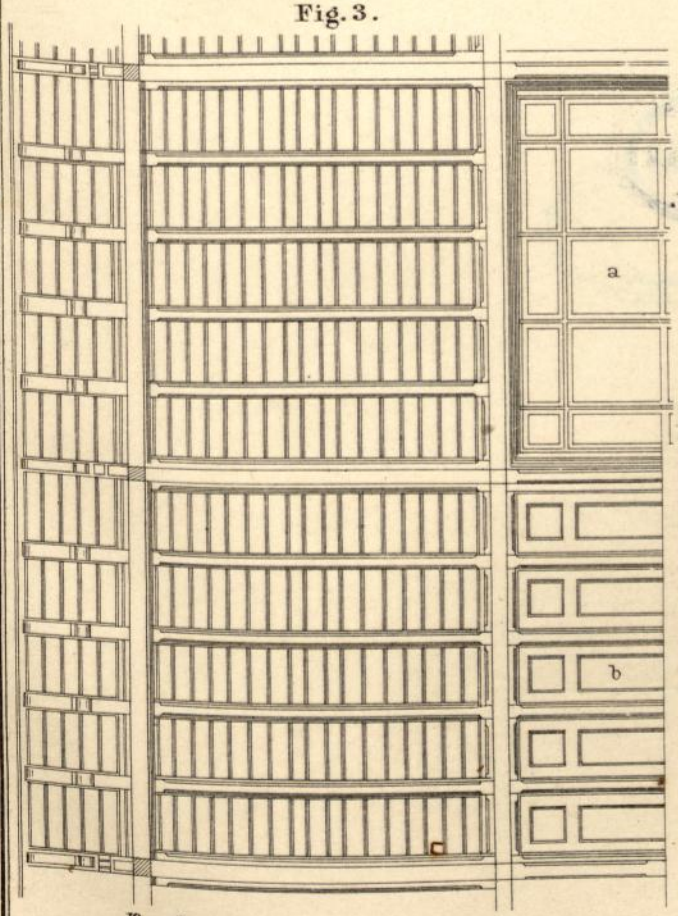
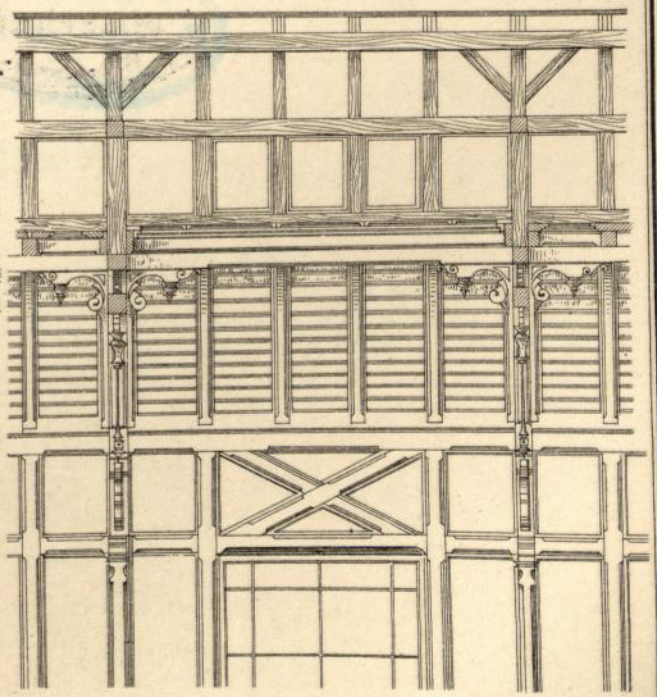
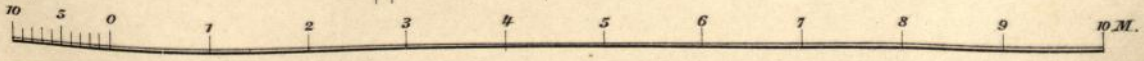


Fig. 2.





Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

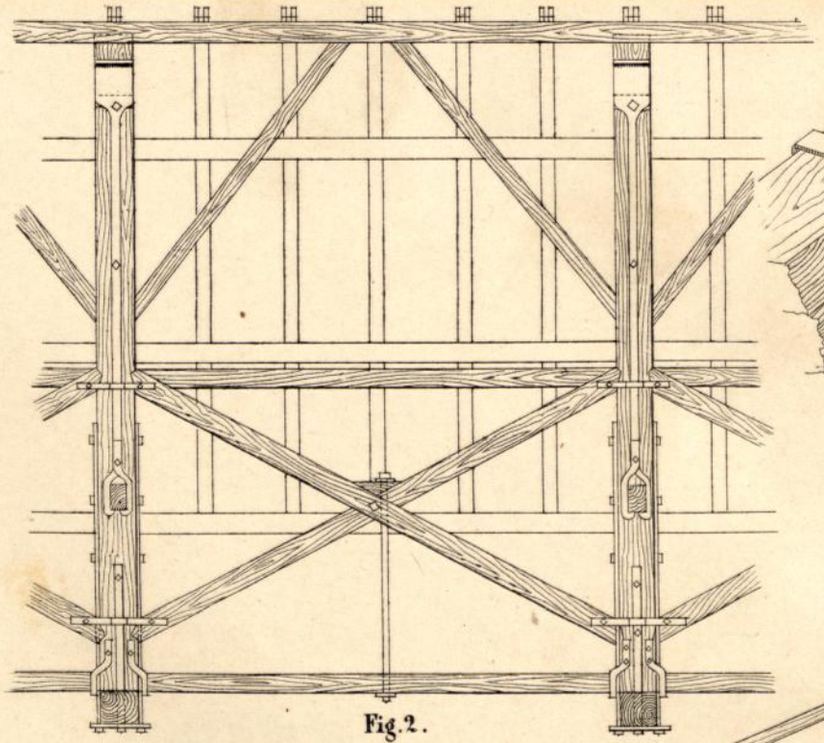


Fig. 2.

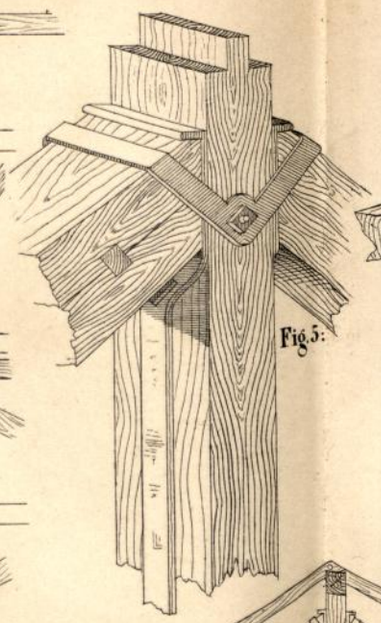


Fig. 5.

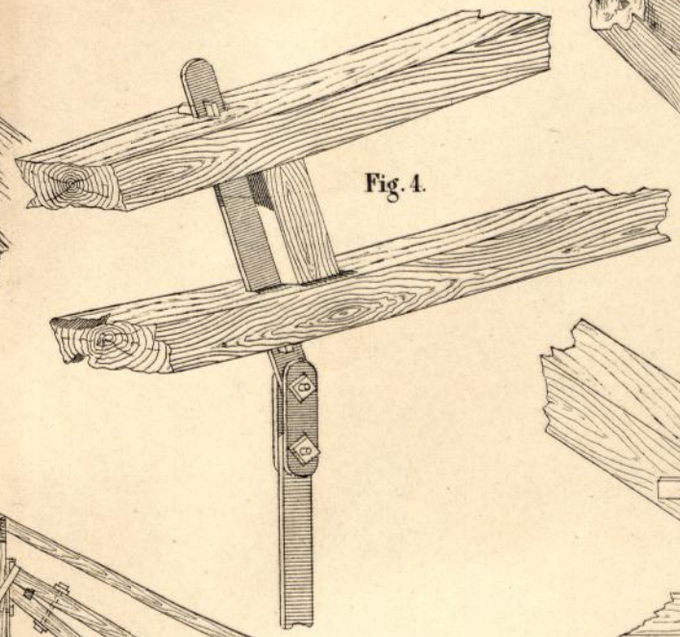


Fig. 4.

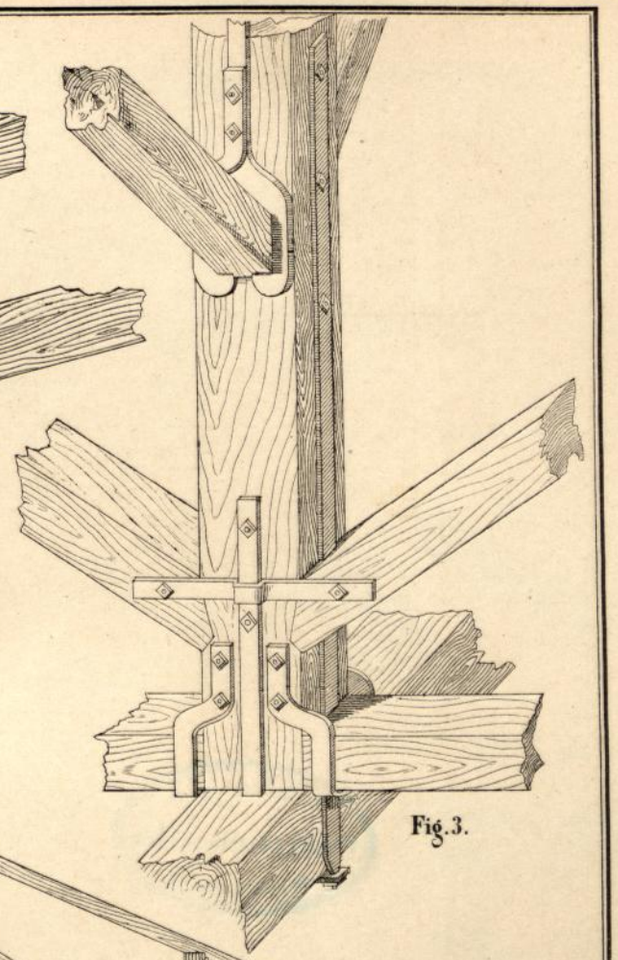


Fig. 3.

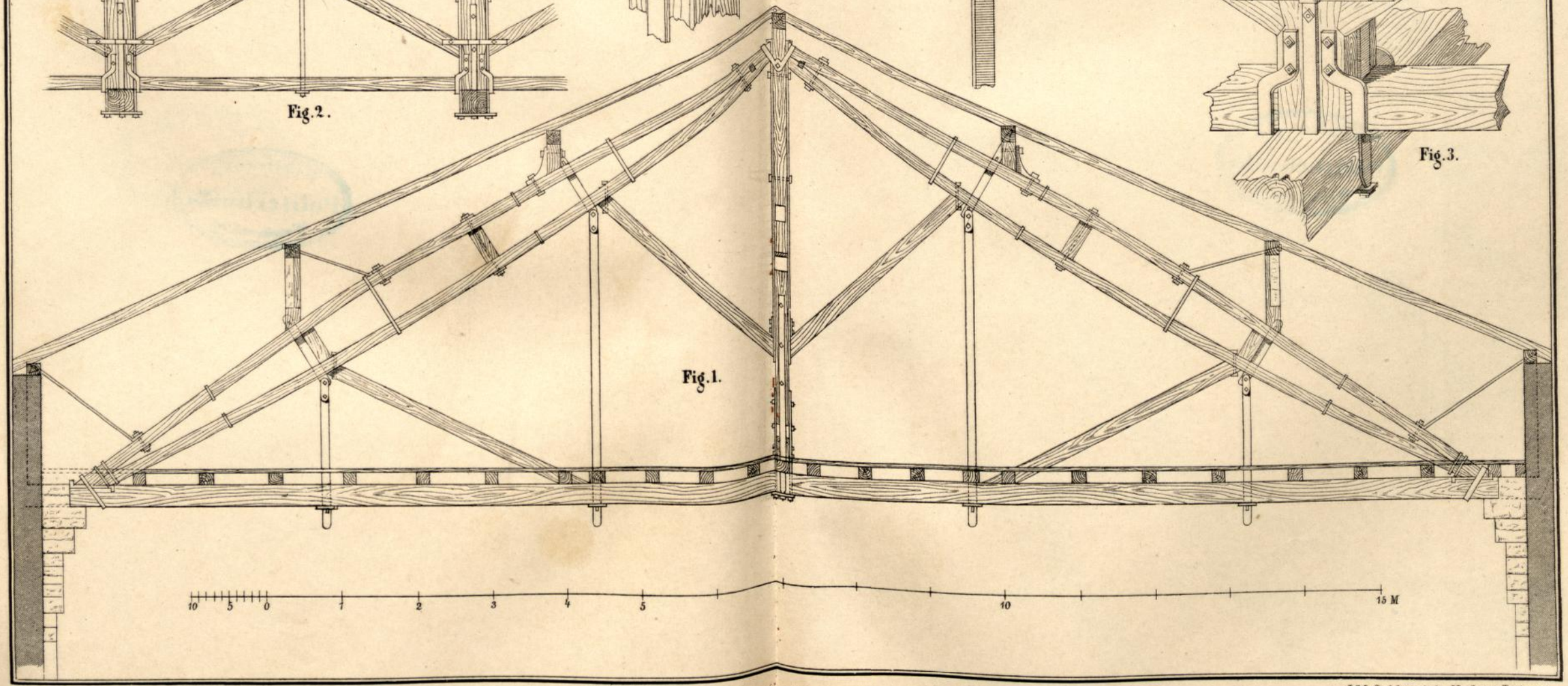


Fig. 1.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

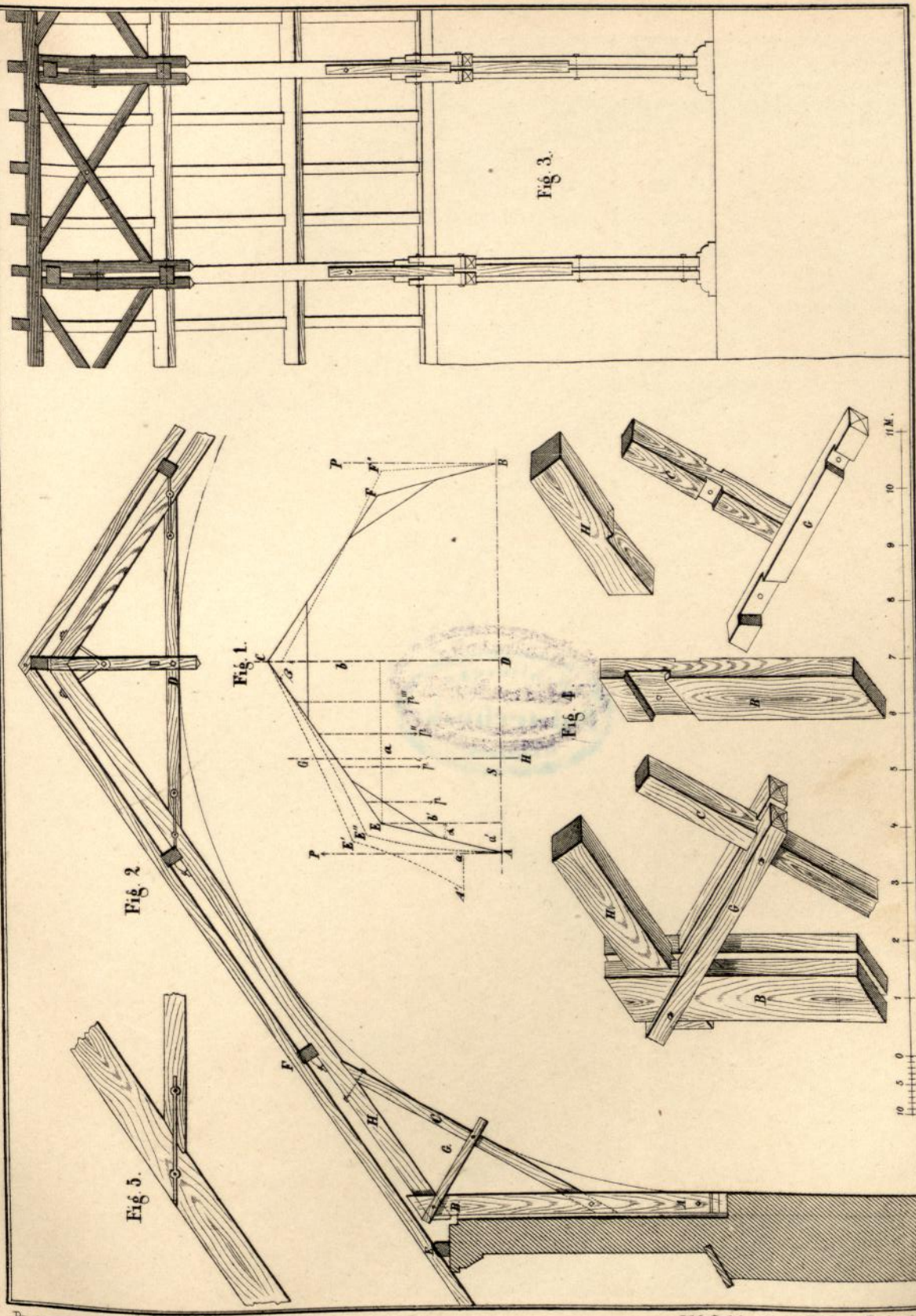
Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 4.

Fig. 5.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 2.

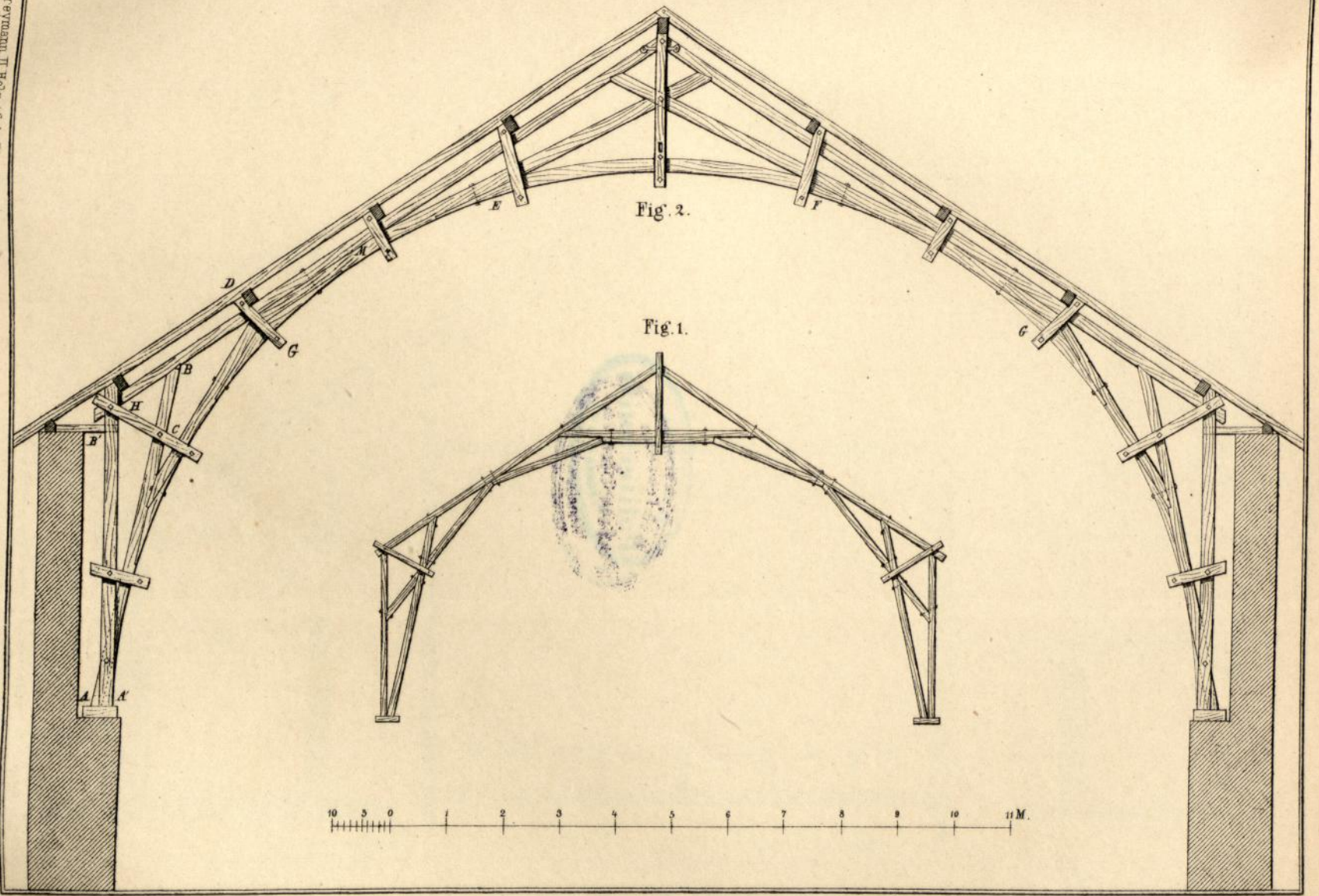


Fig. 1.

Breymann, II. Holz. (6. Aufl.)
J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 3.

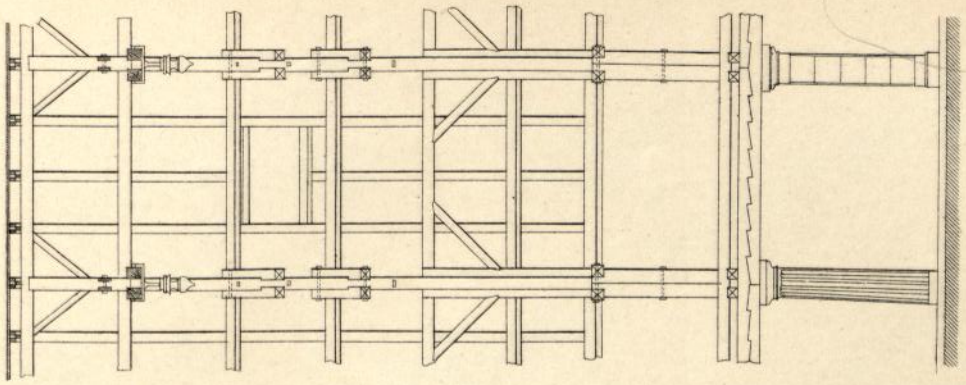


Fig. 2.

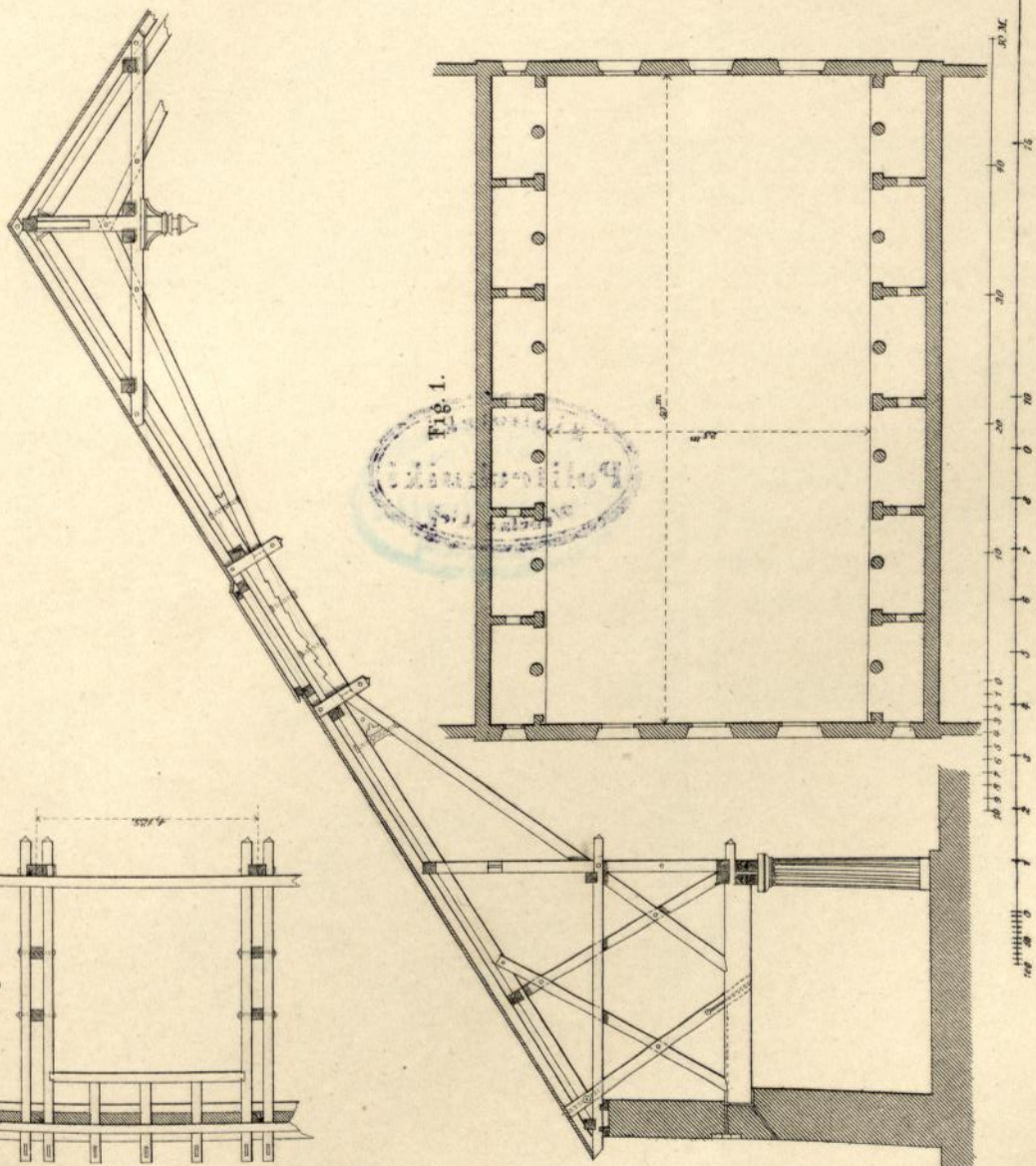


Fig. 1.

Fig. 4.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

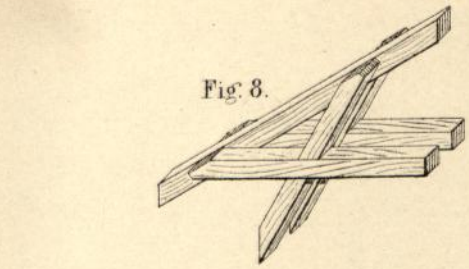


Fig. 8.

Fig. 9.

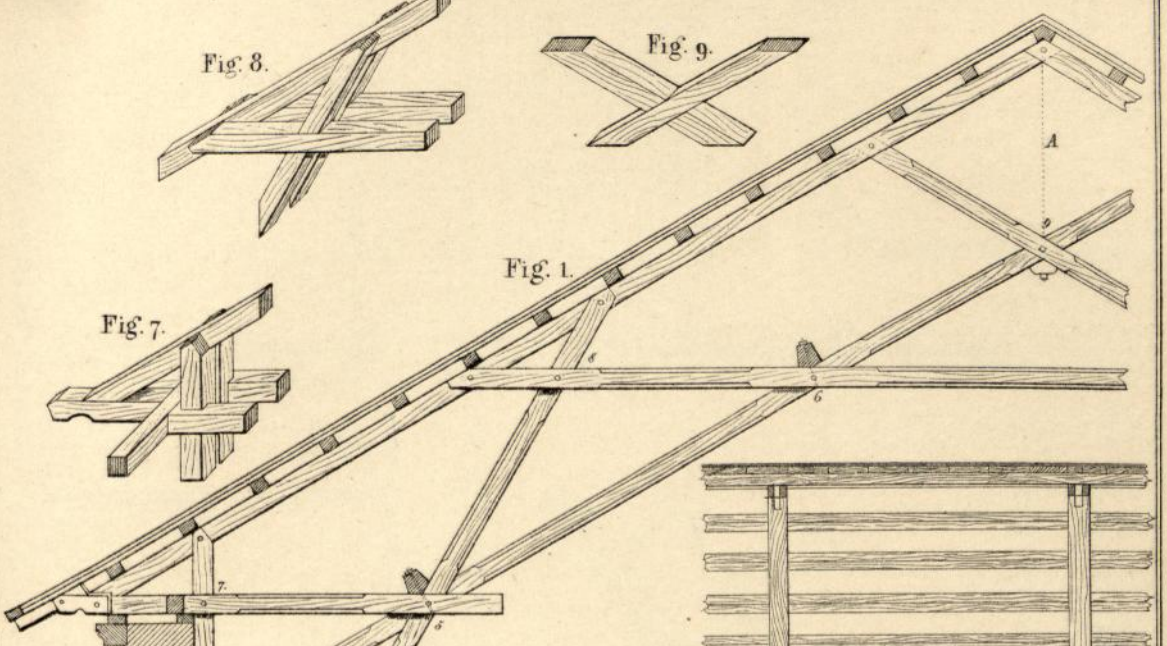


Fig. 1.

Fig. 7.

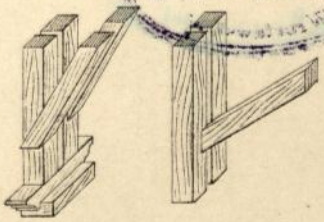


Fig. 3. Fig. 4.

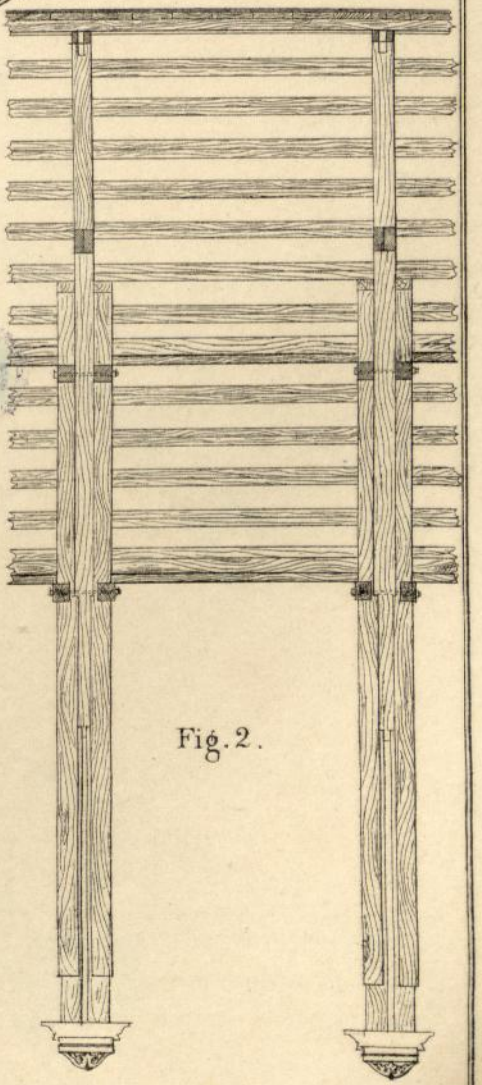


Fig. 2.

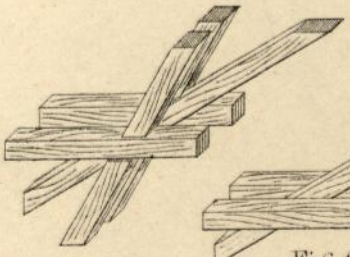


Fig. 5.

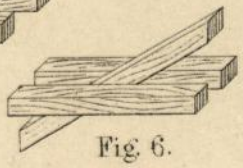
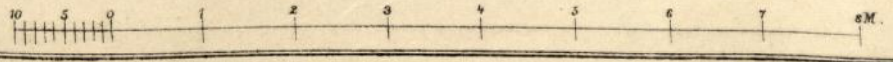


Fig. 6.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

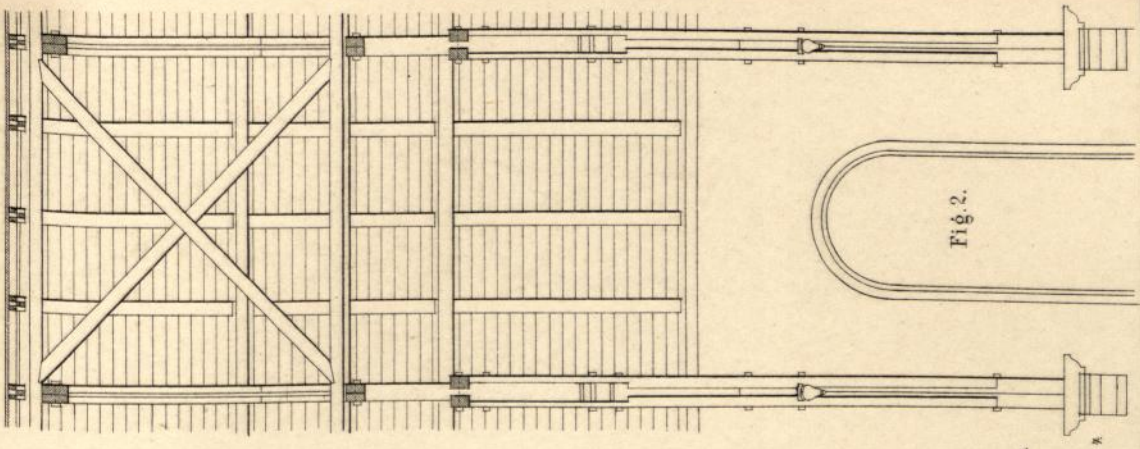


Fig. 2.

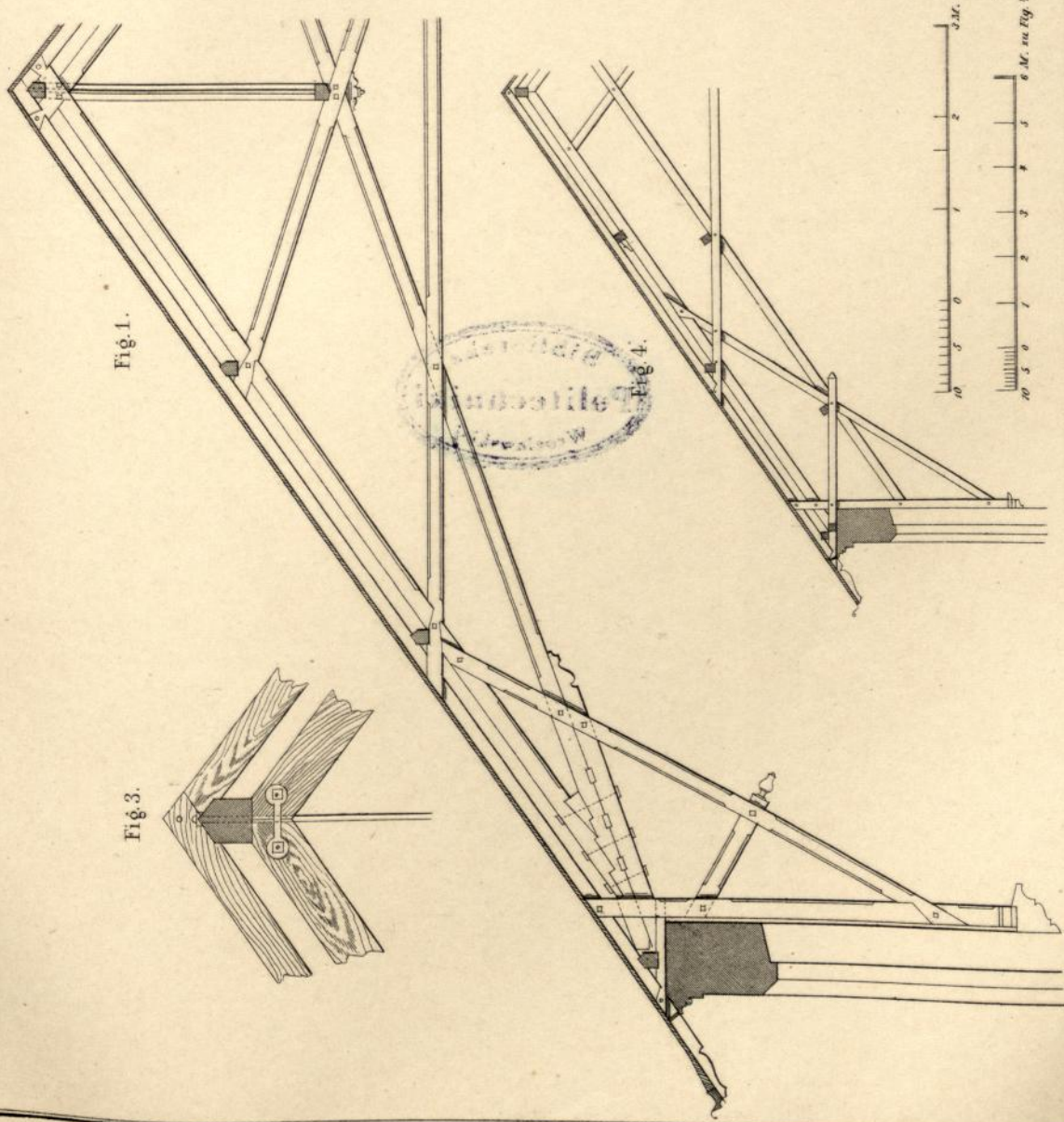


Fig. 1.

Fig. 4.

Fig. 3.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Central-Turnhalle in Karlsruhe.

Fig. 1.

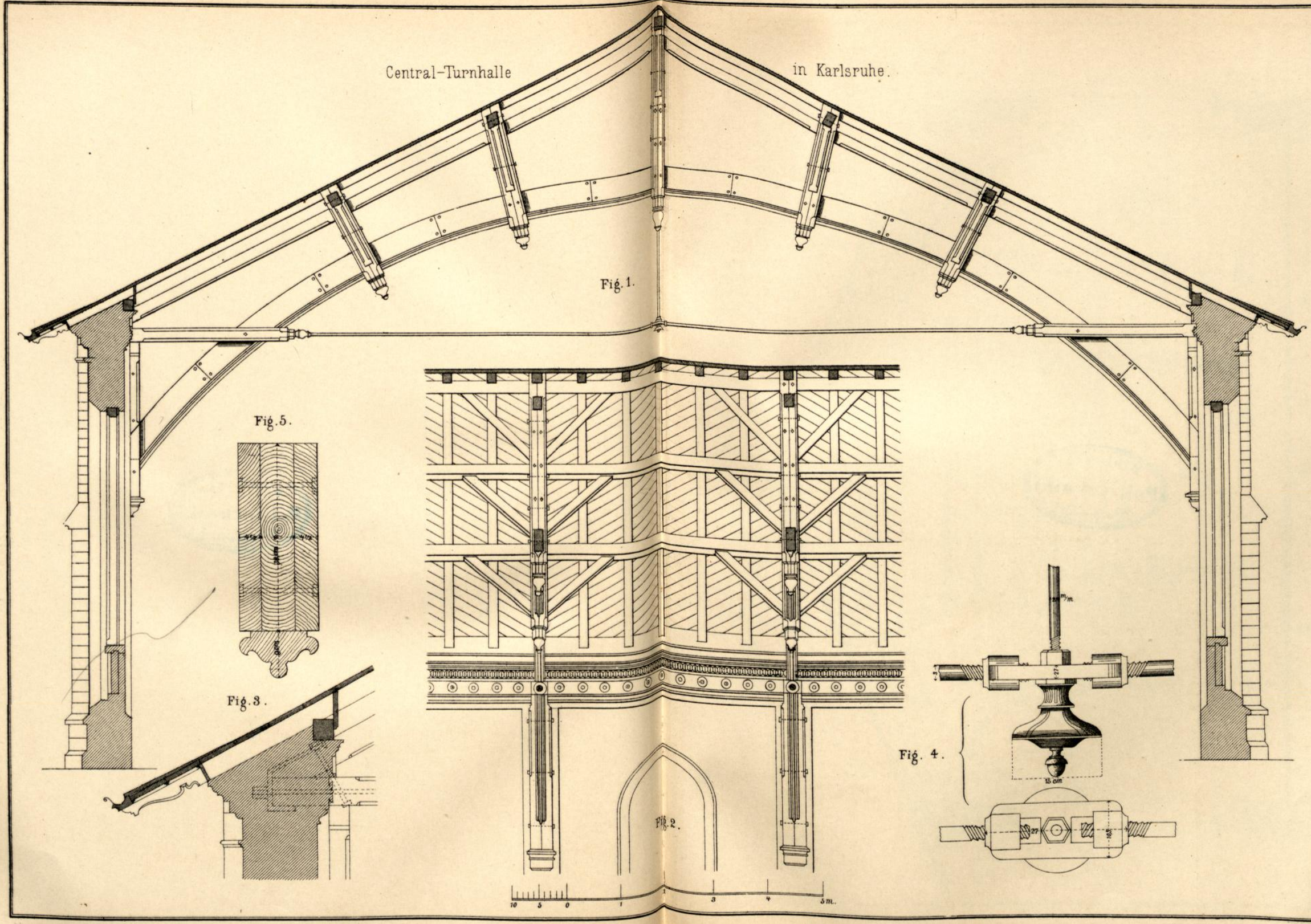


Fig. 5.

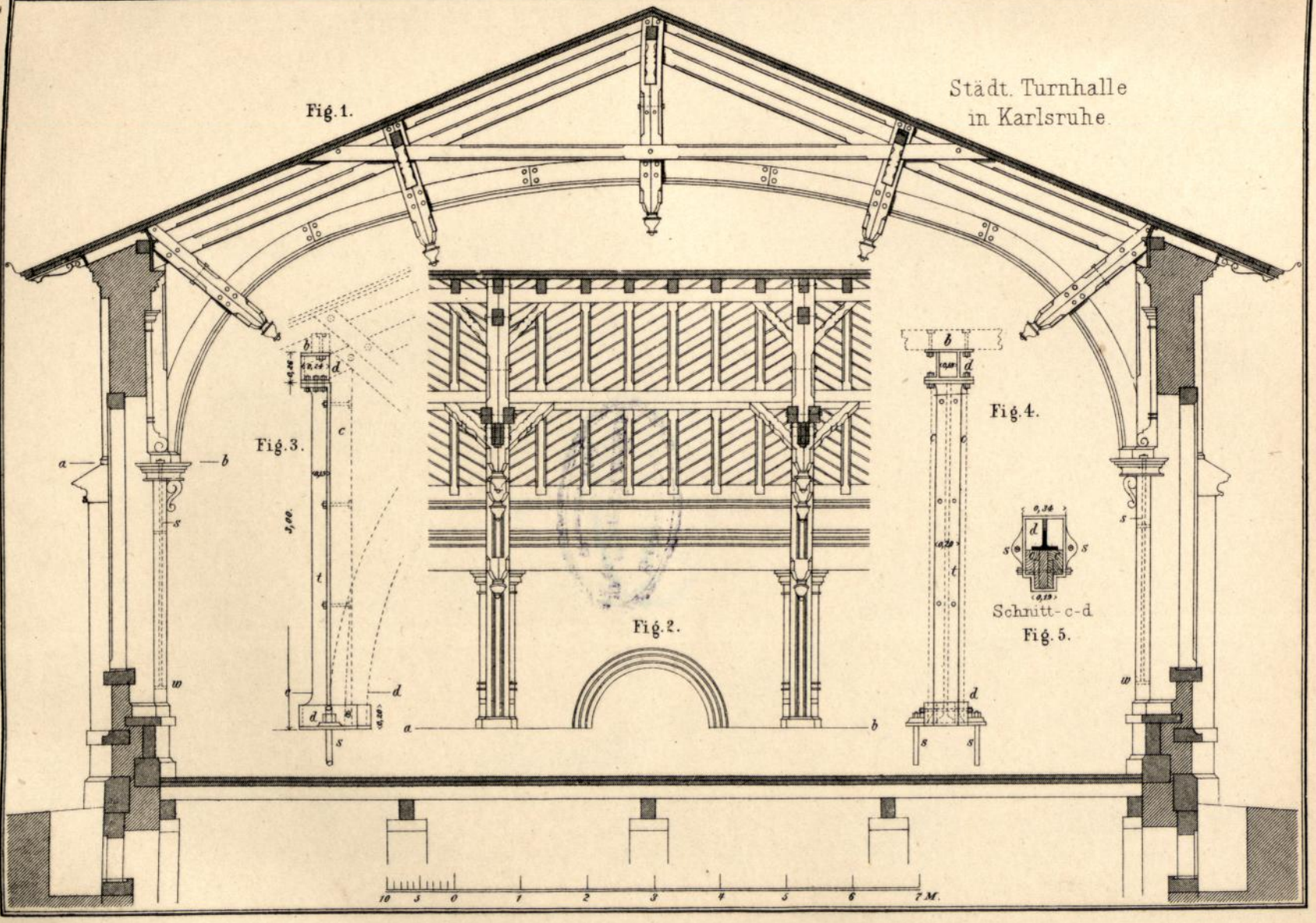
Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 4.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Städt. Turnhalle
in Karlsruhe.



Breymann II Holz (6 Aufl.)
J.M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 41.

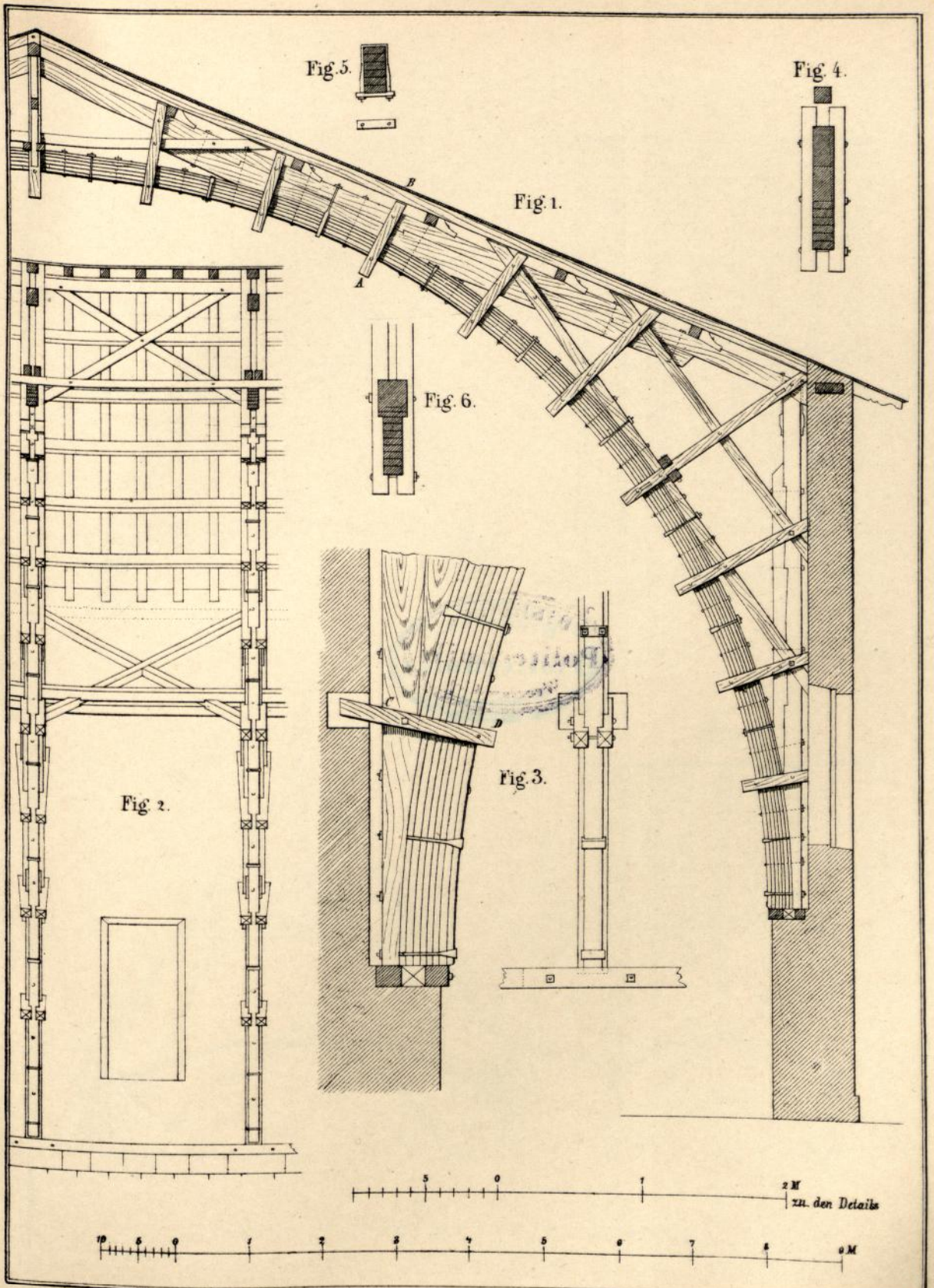


Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 1.
B
A
Fig. 6.
Fig. 2.
Fig. 3.
C
D
5 0 1 2 M
zu den Details
10 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 M

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 42.

Fig. 1.

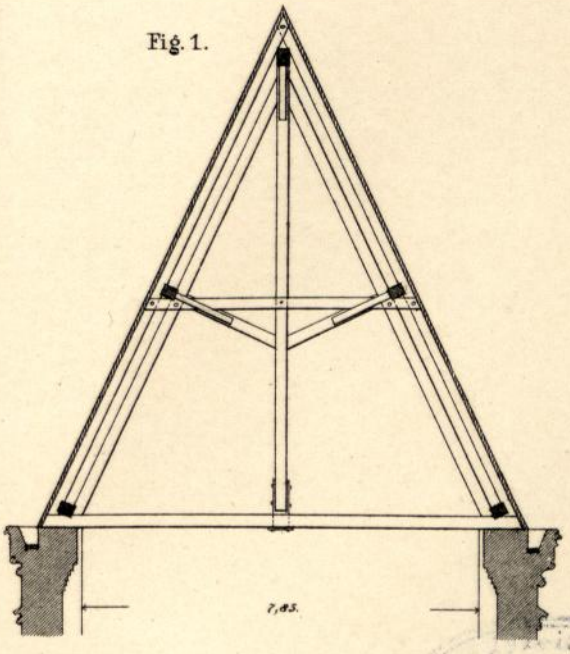
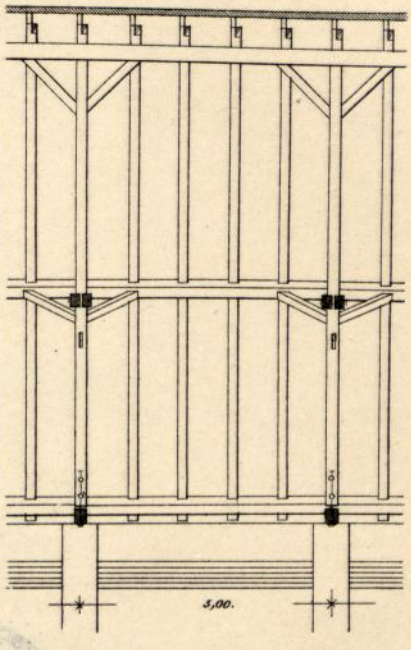


Fig. 2.



Bibliothek

Fig. 3.

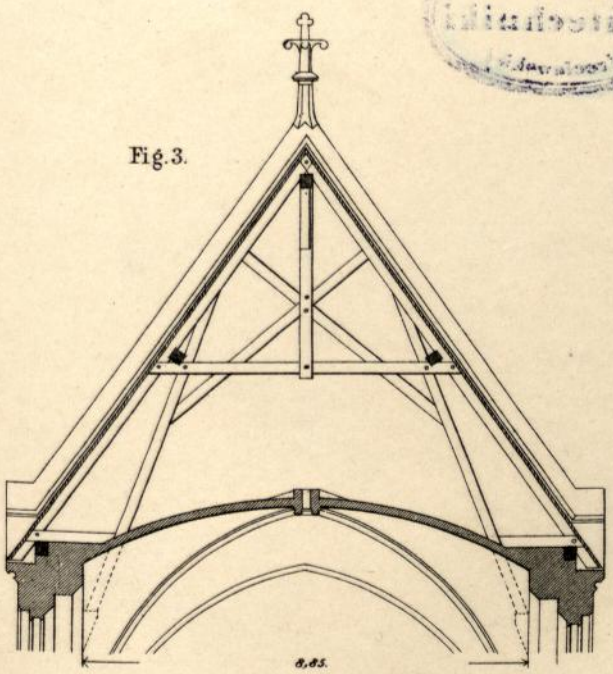
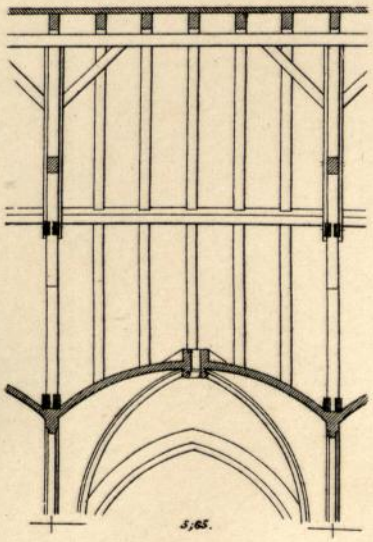
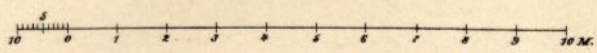


Fig. 4.





Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 2.

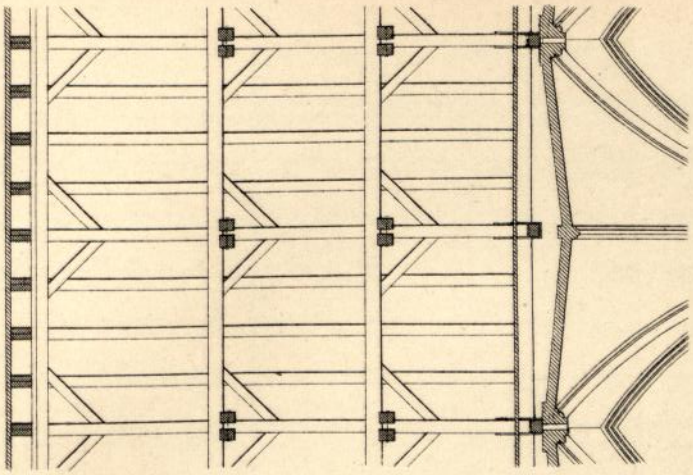
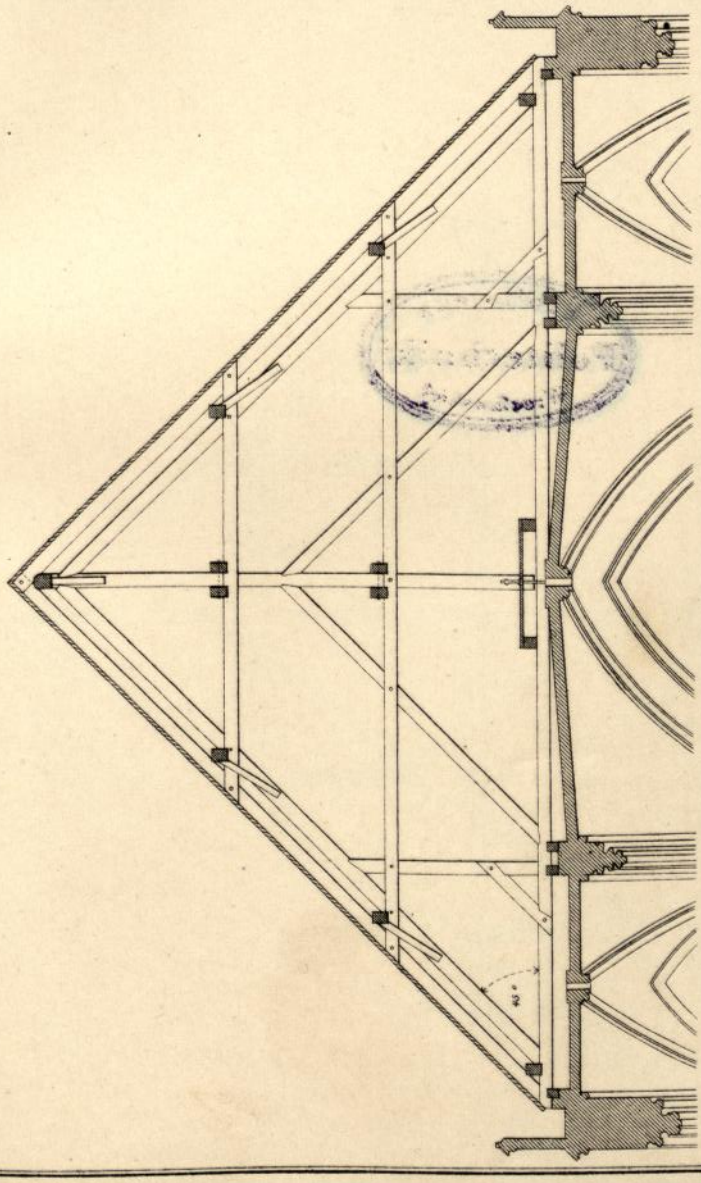


Fig. 1.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

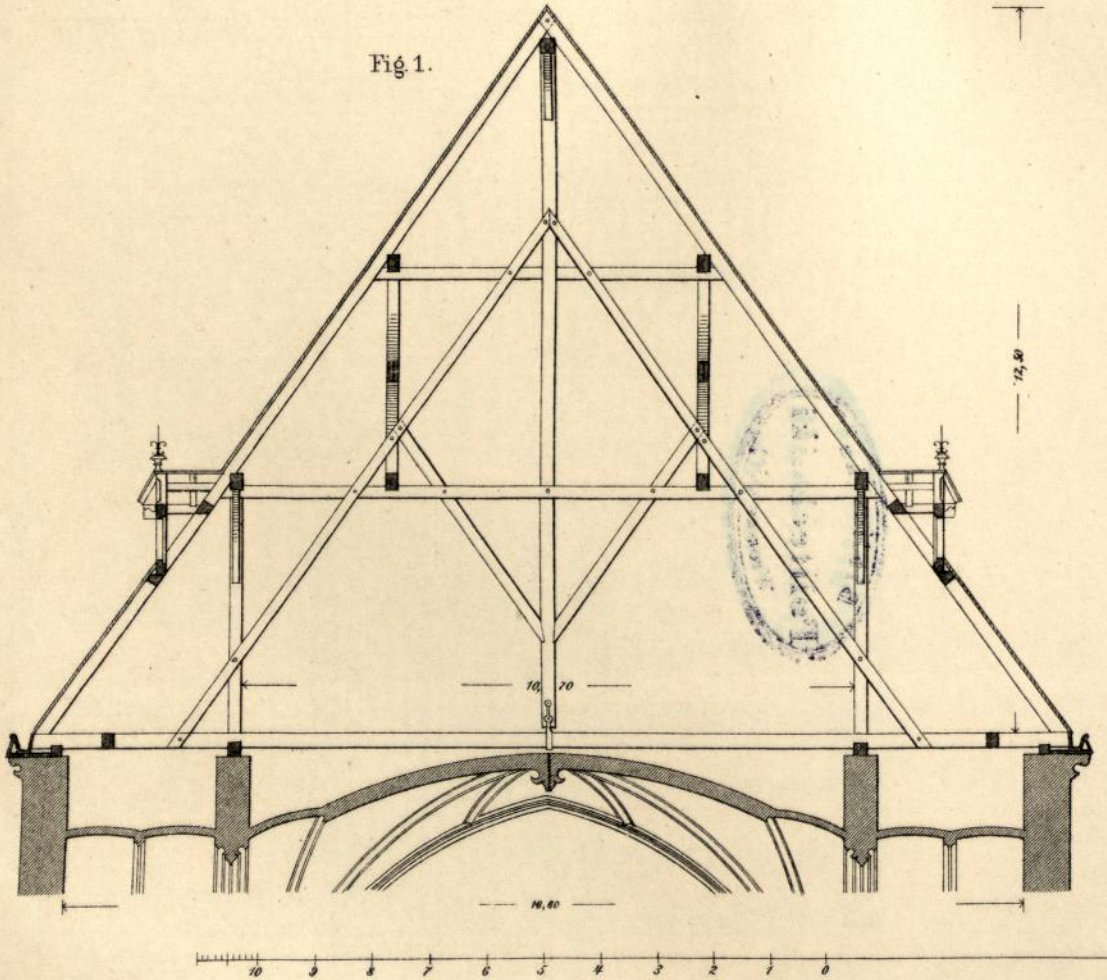
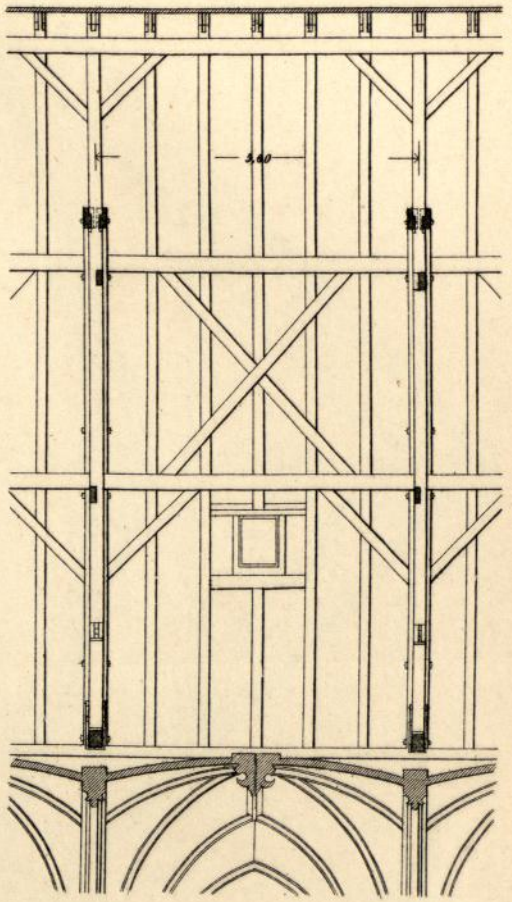


Fig. 2.



Breymann II Holz (6 Aufl.)
J.M. Gebhardt's Verlag. Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 45.

Fig. 4.
a — b.

Fig. 1.

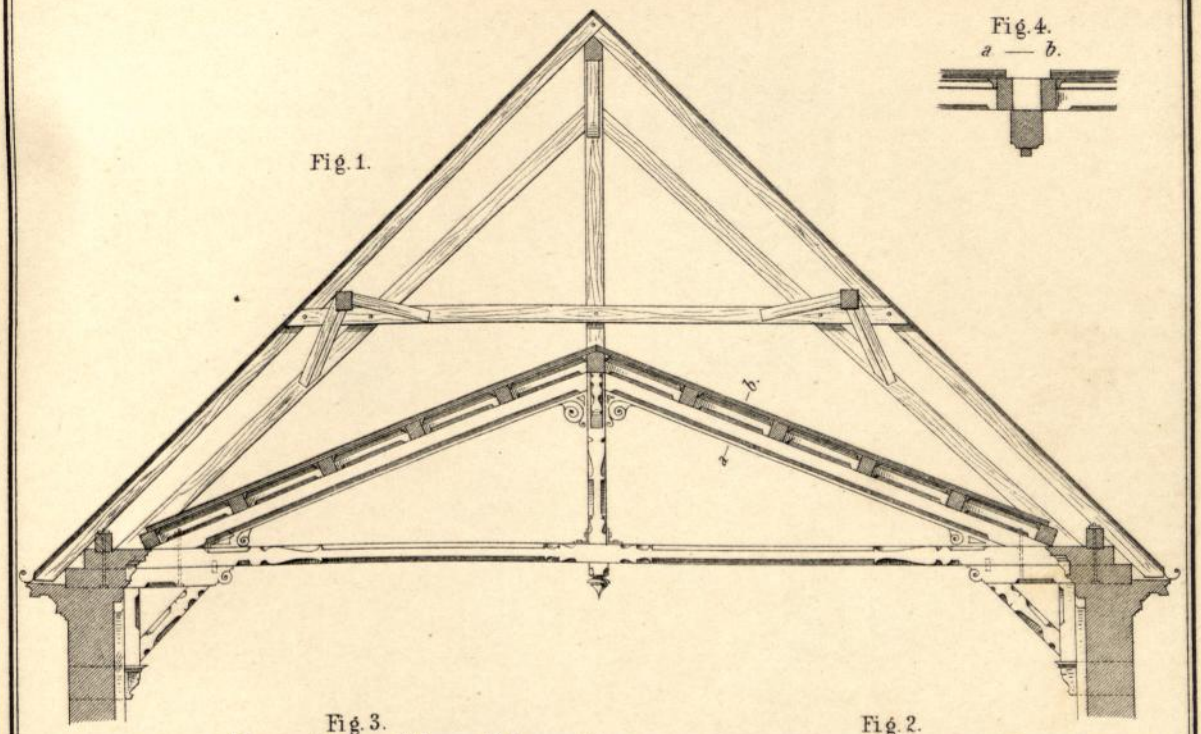


Fig. 3.

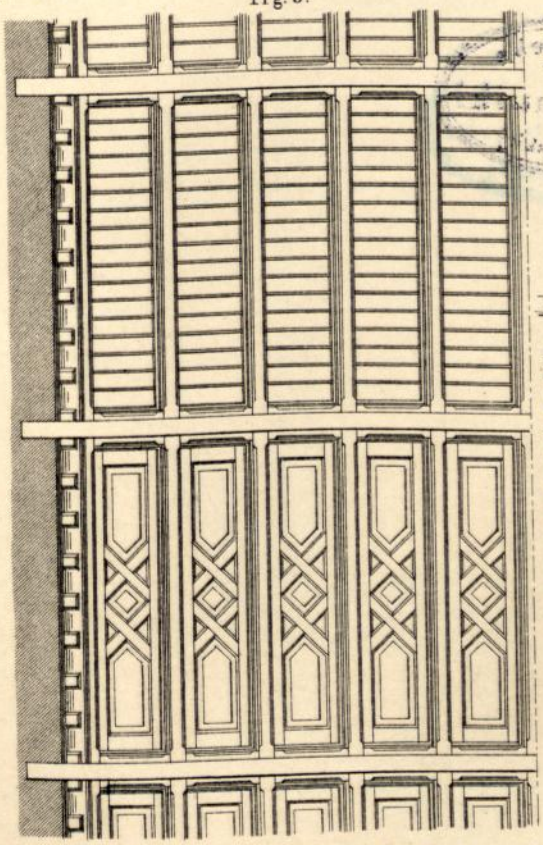
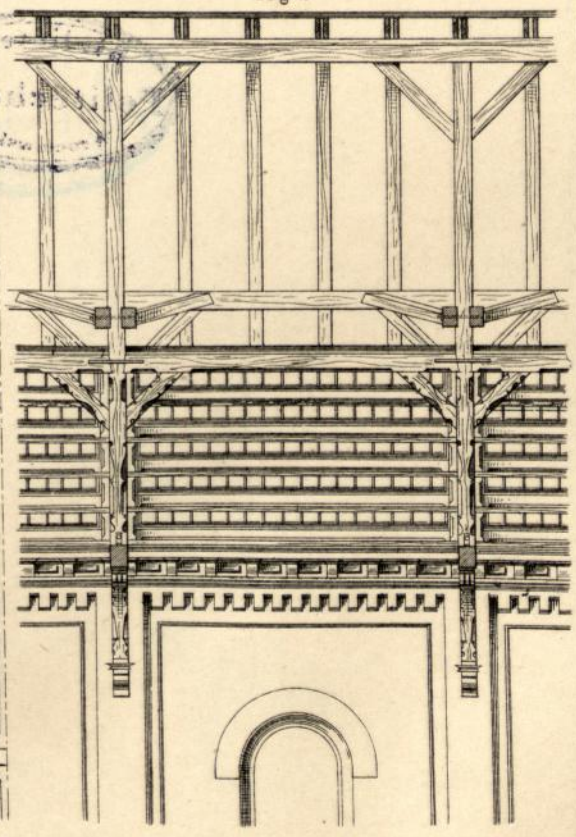
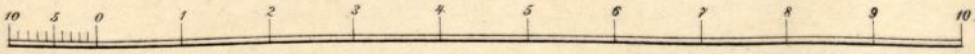


Fig. 2.





Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

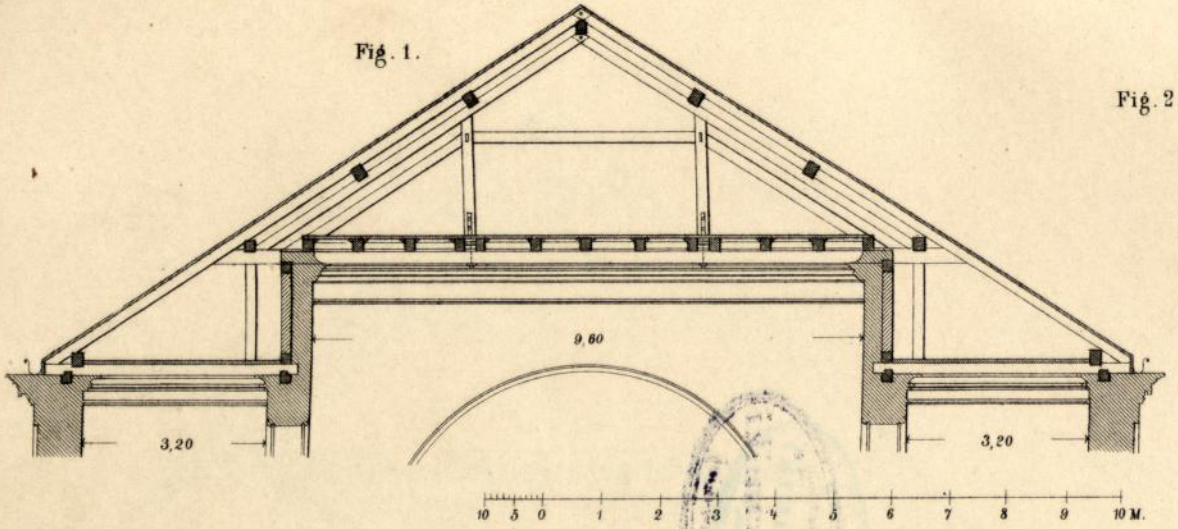


Fig. 2.

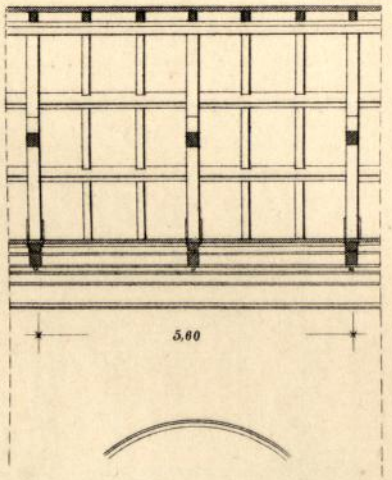


Fig. 3.

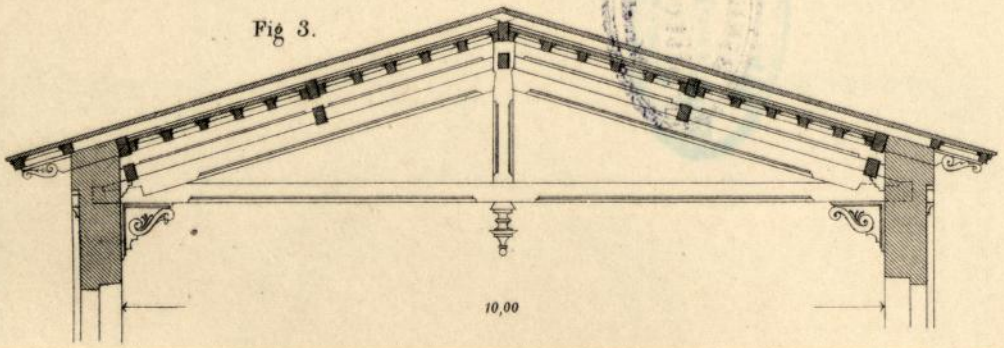
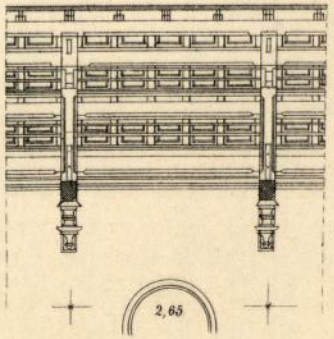


Fig. 4.



Breymann II. Holz (6. Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 2.

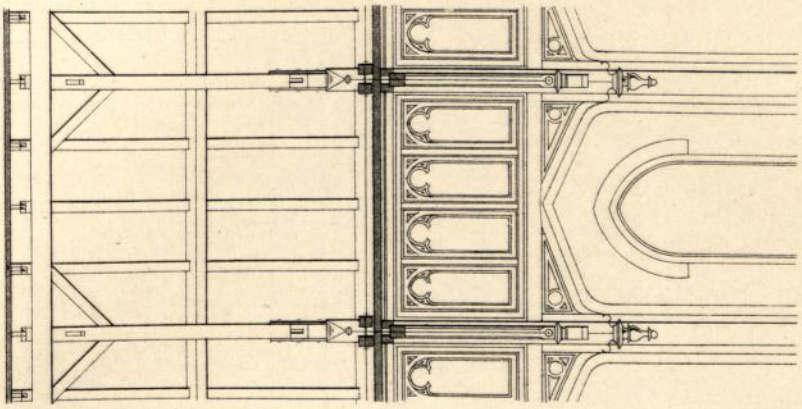
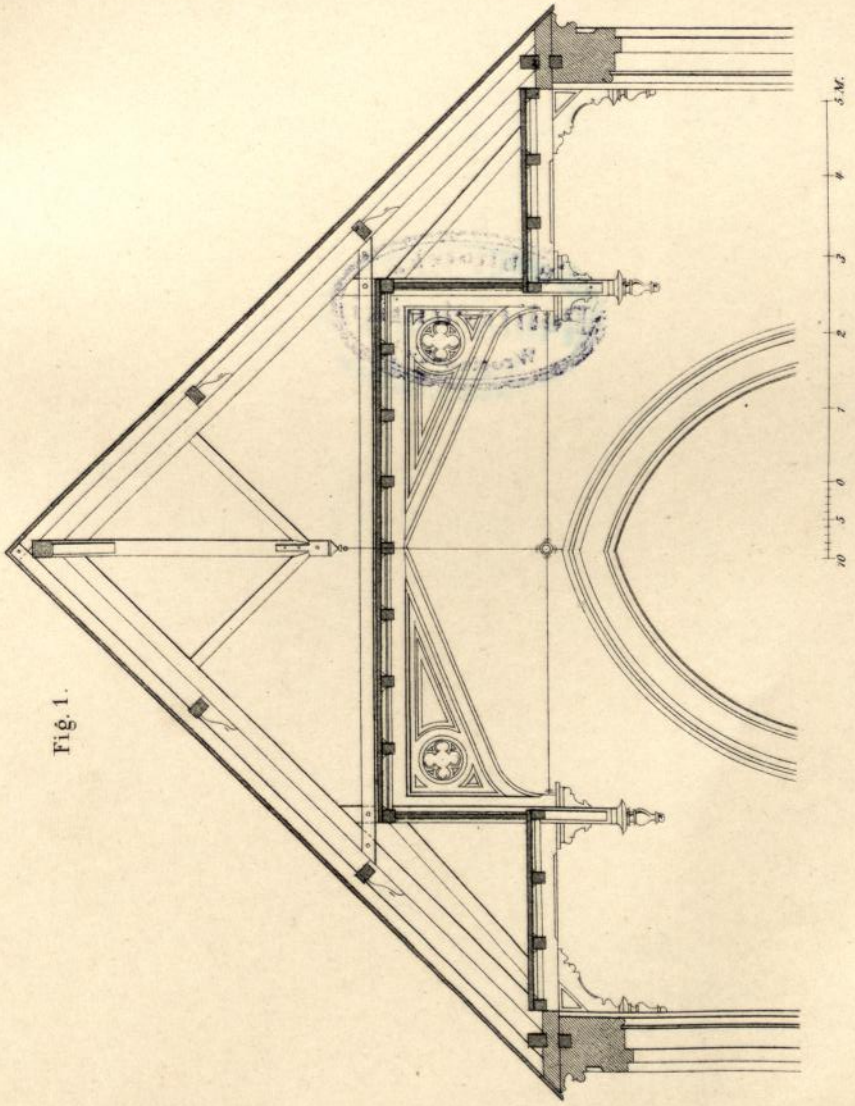


Fig. 1.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

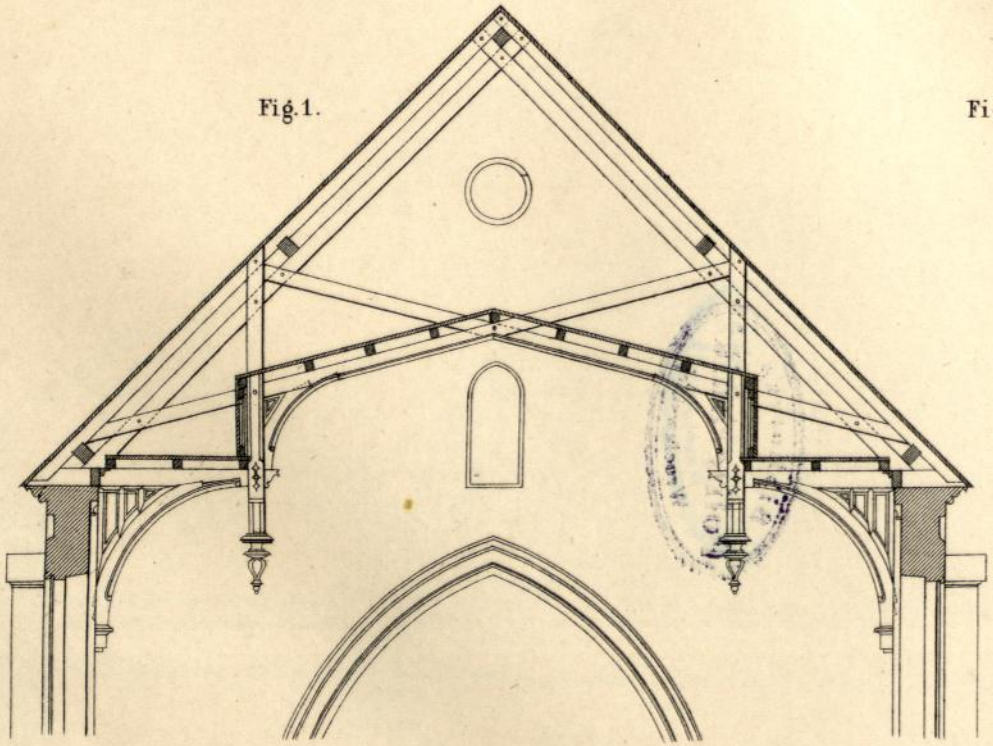
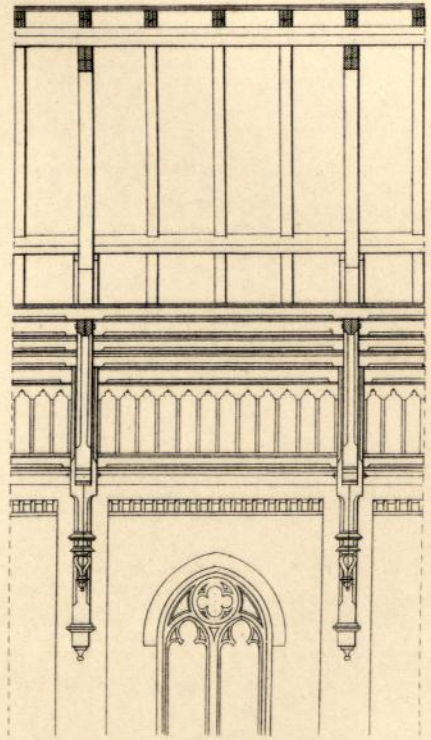
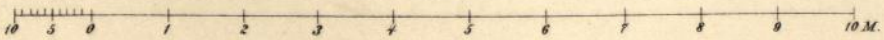


Fig. 2.

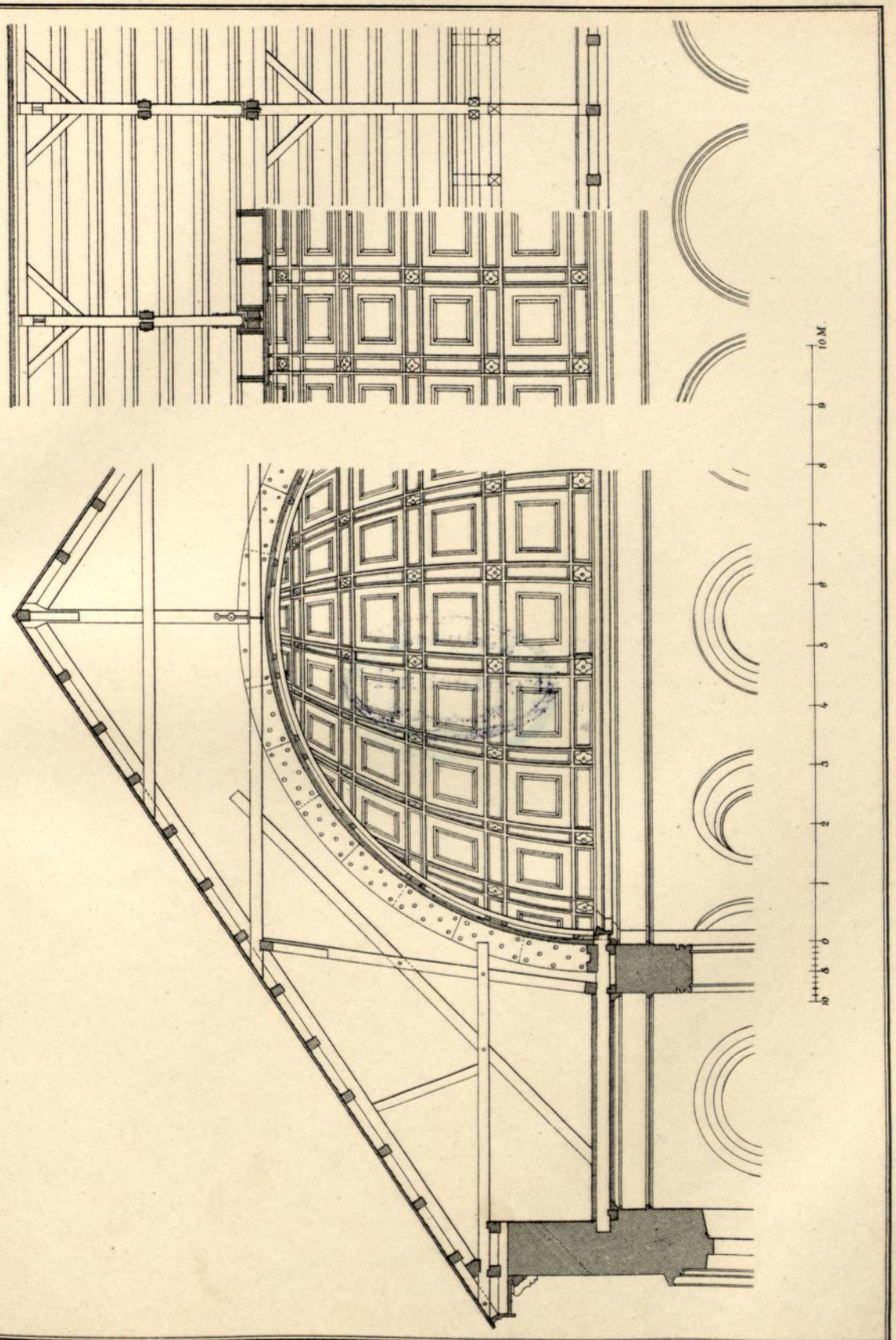




Breymann II Holz (6. Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

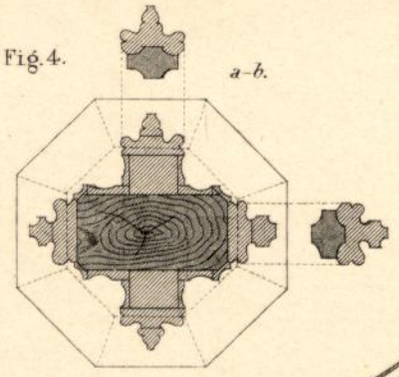
Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej


10 M.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 4.



Details

10 5 0 1M.

Fig. 1.

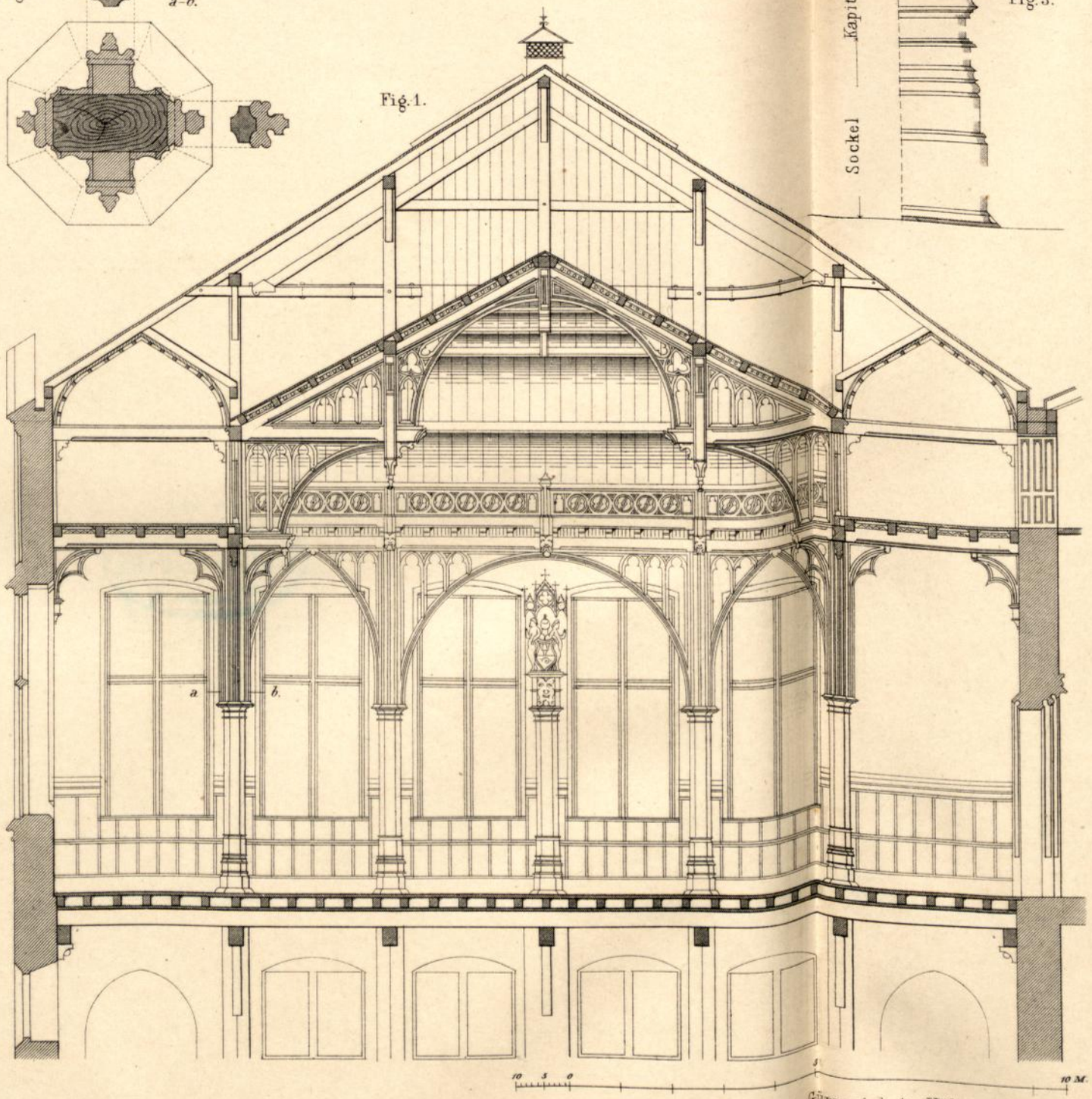


Fig. 3.

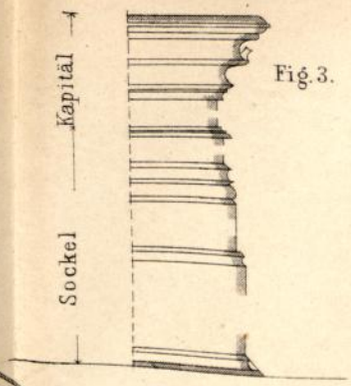
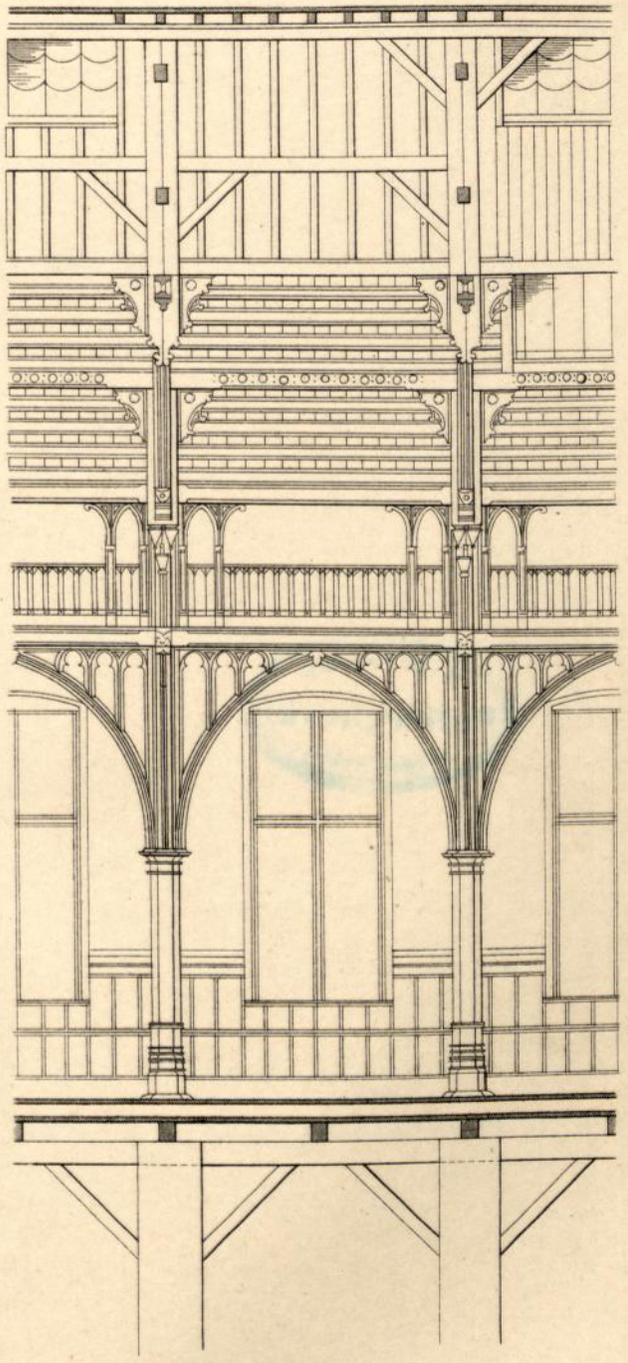


Fig. 2.



Das Kaufhaus Gürzenich in Köln.

Querschnitt durch den grossen Saal.

Längenschnitt.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Querschnitt.

Hängewand H.

A

A

B

C

D

E

F

Hängewand H.

3,30

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 52.

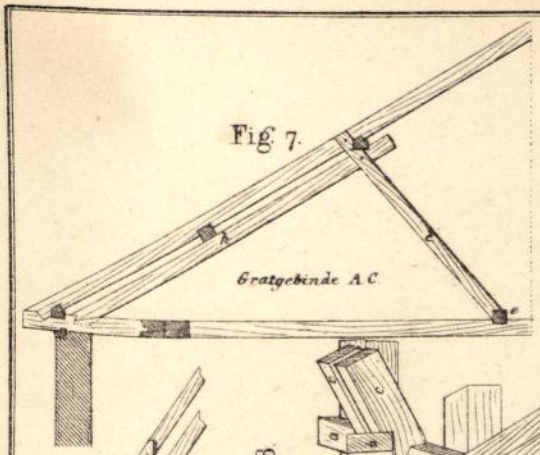


Fig. 7.

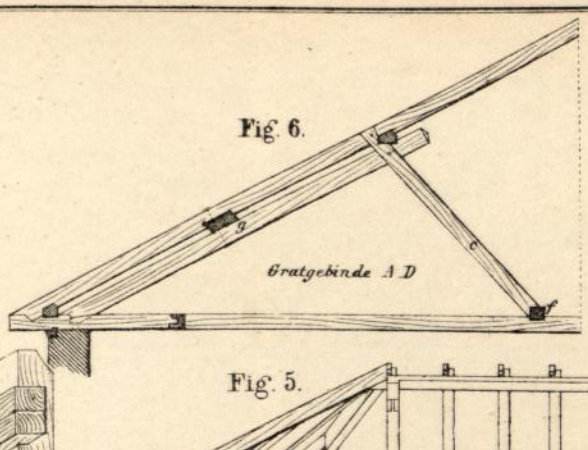


Fig. 6.

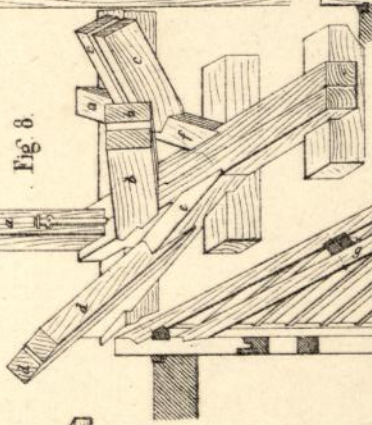


Fig. 8.

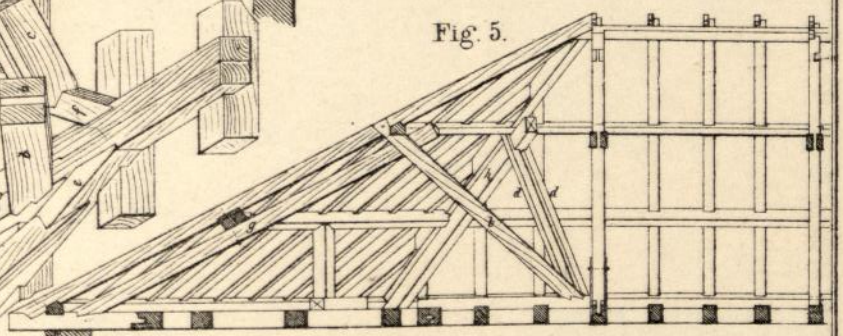


Fig. 5.

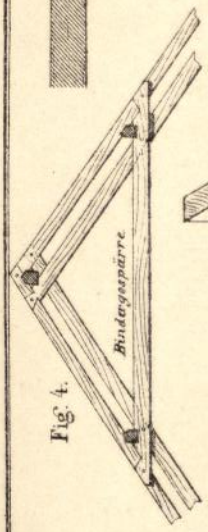


Fig. 4.

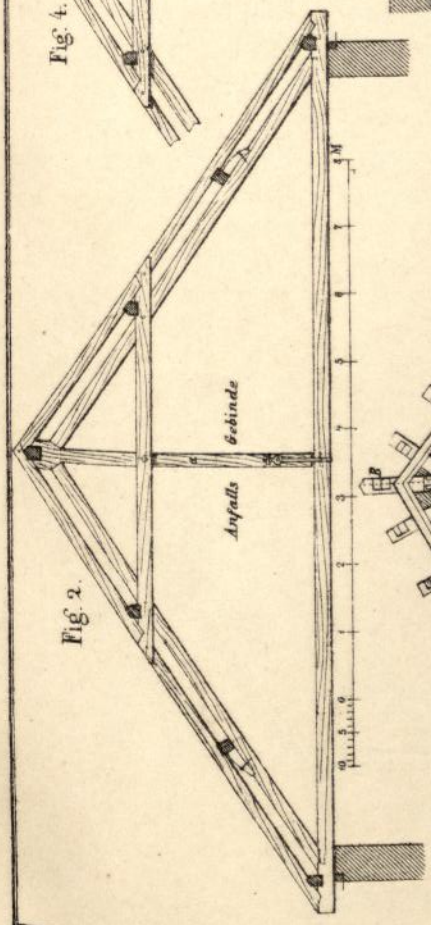


Fig. 2.

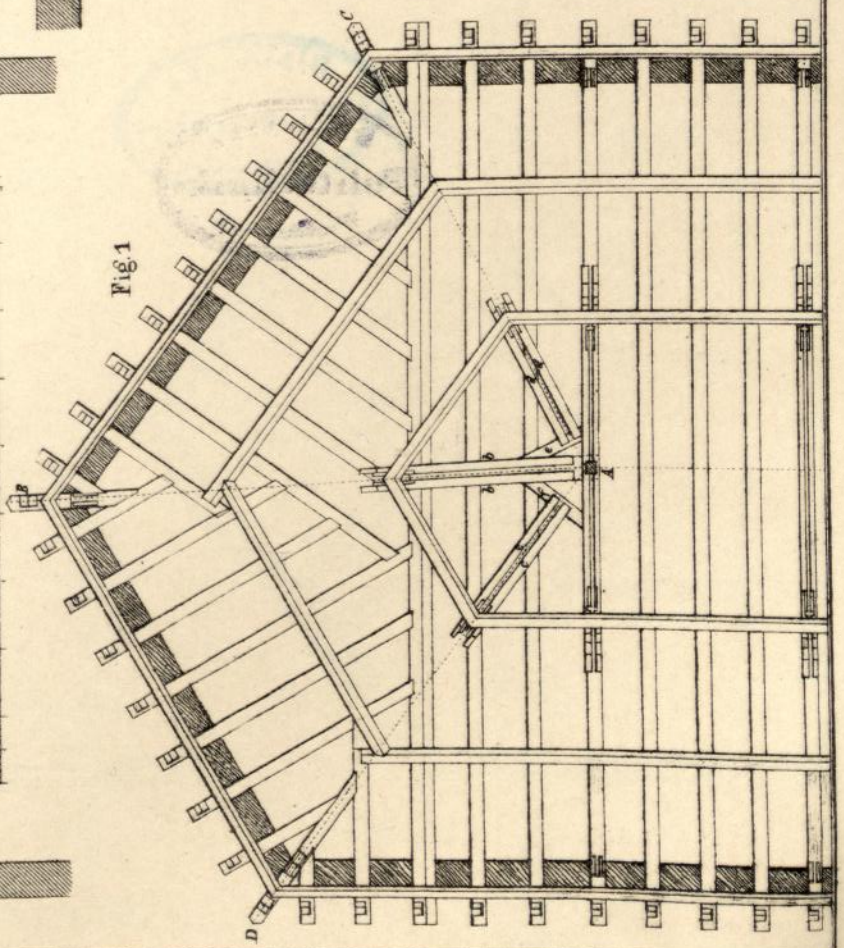


Fig. 1.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

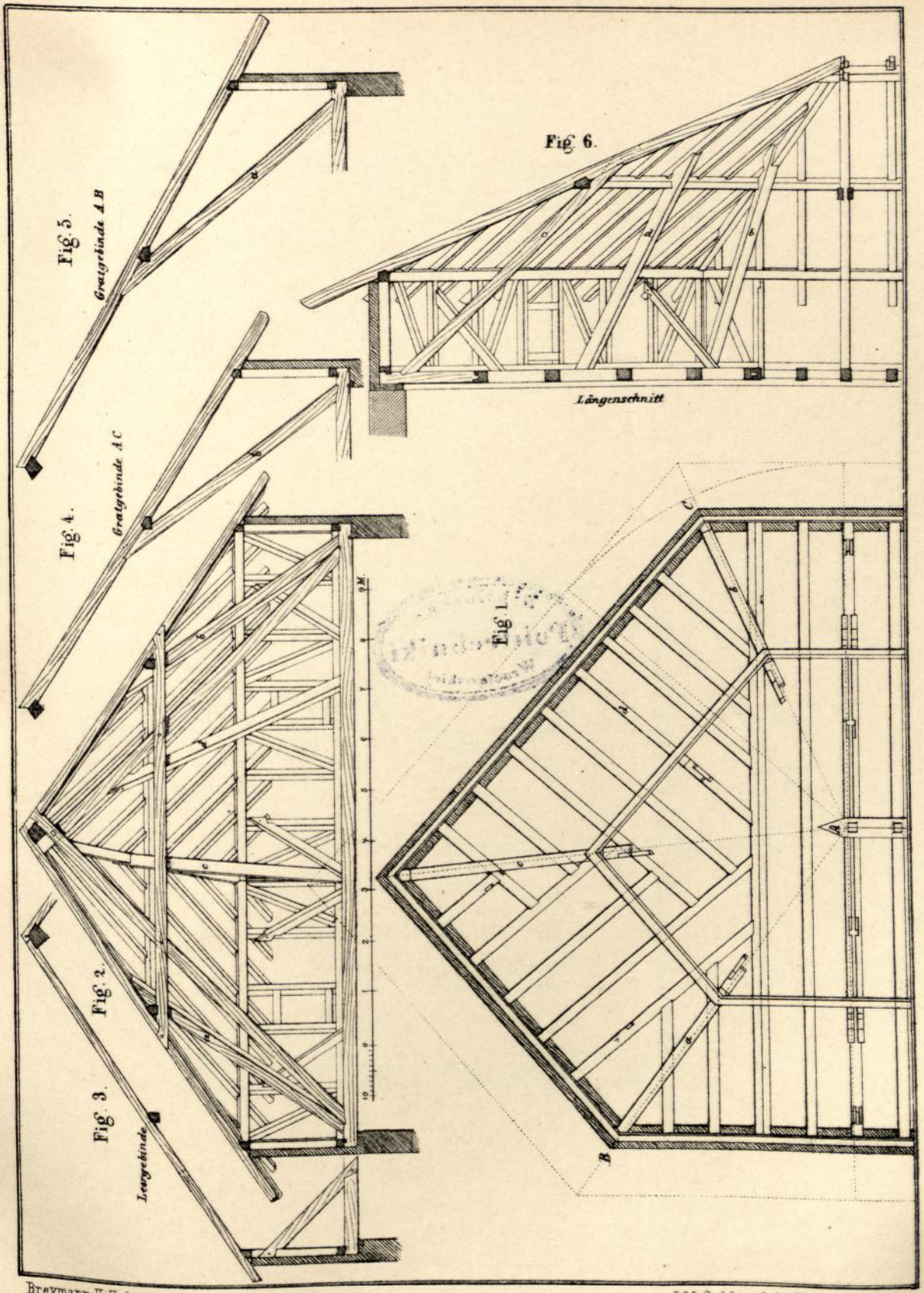


Fig. 6.
Längenschnitt
Fig. 5.
Gratgebinde A B
Fig. 4.
Gratgebinde A C
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Leergebinde

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf 54.

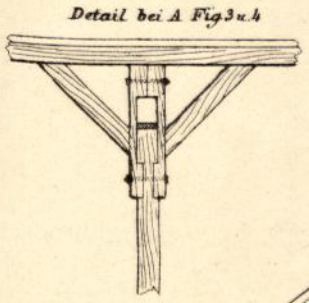
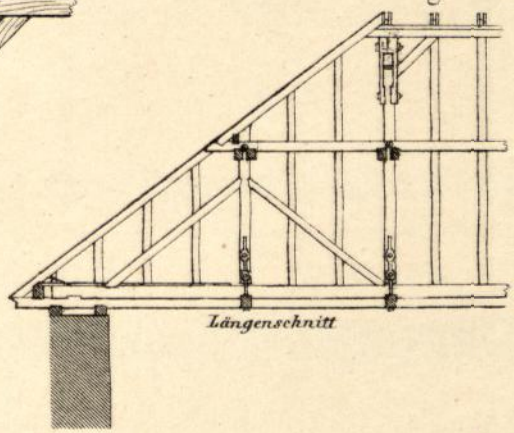


Fig. 4.



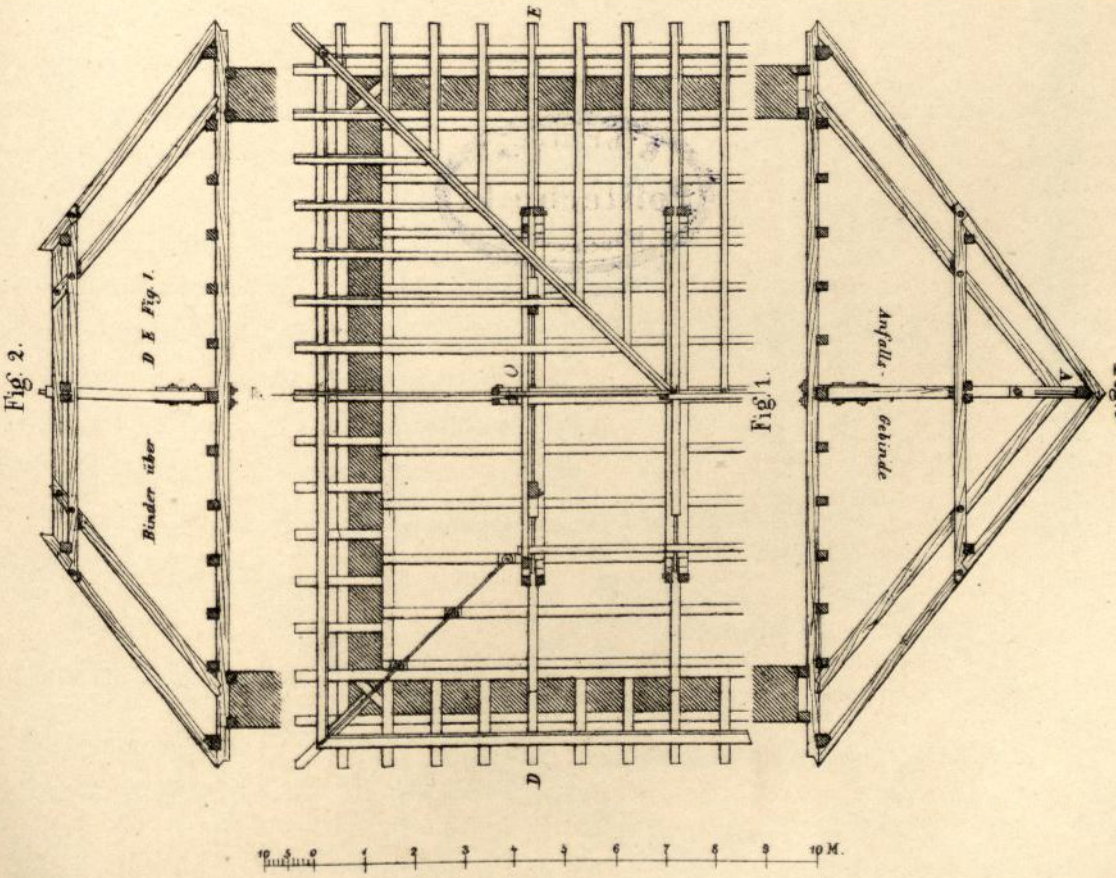


Fig. 2. Fig. 1. Fig. 3.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 55.

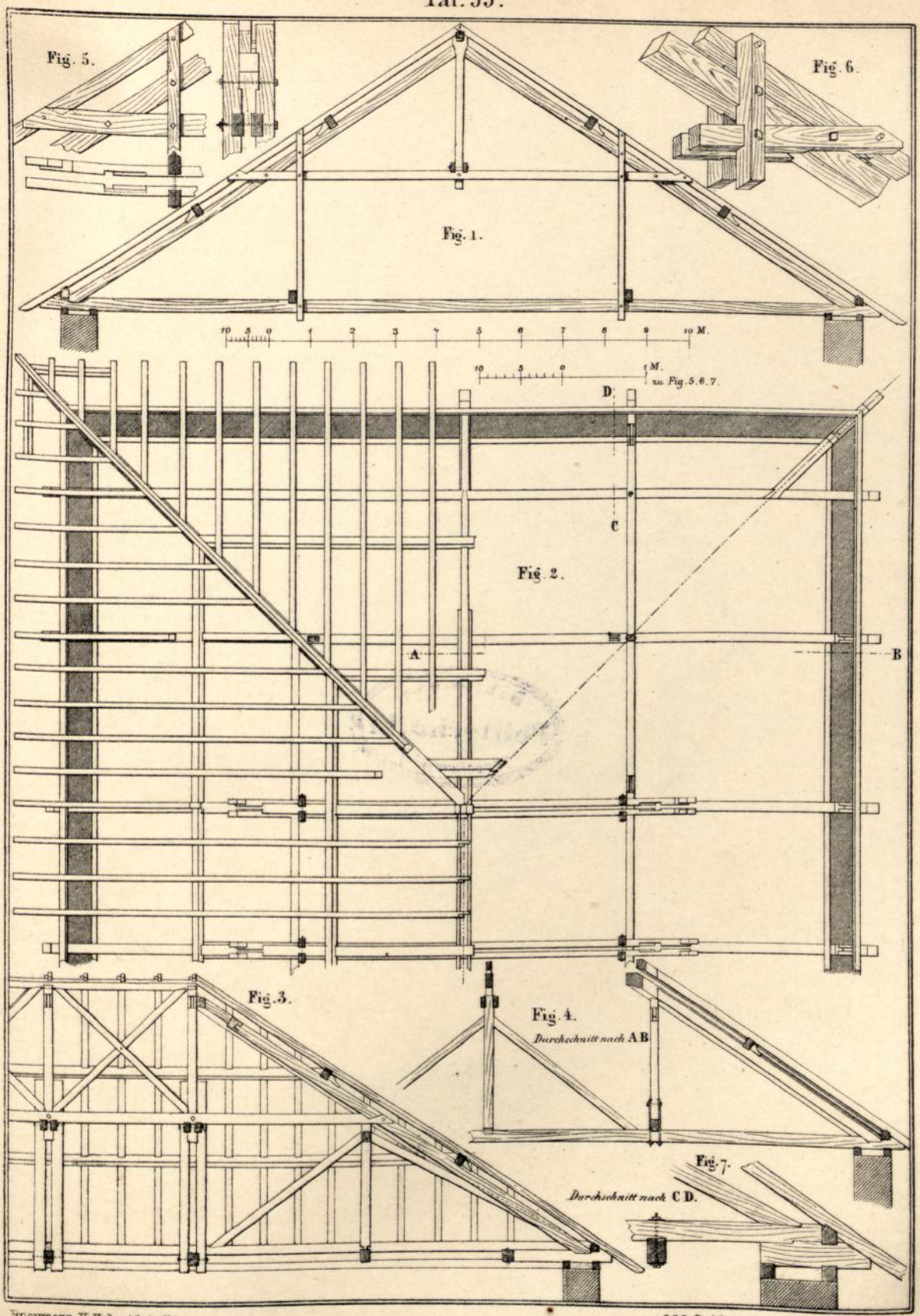
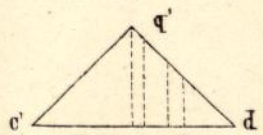


Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 1.
10 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 M.
10 5 0 1 M.
zu Fig. 5. 6. 7.
D
C
Fig. 2.
A
B
Fig. 3.
Fig. 4.
Durchschnitt nach A B
Fig. 7.
Durchschnitt nach C D.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 2.



Schnitt c-d

Fig. 1.

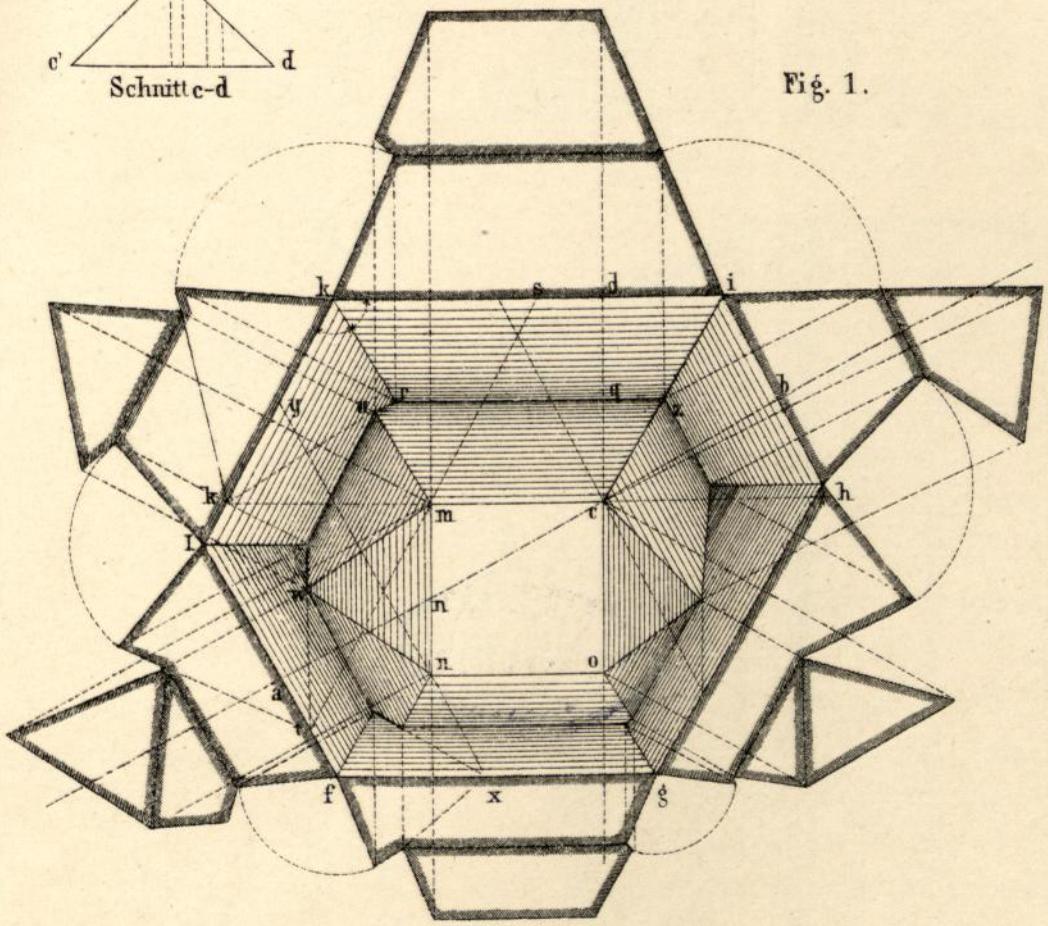


Fig. 3.

Schnitt a-b

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

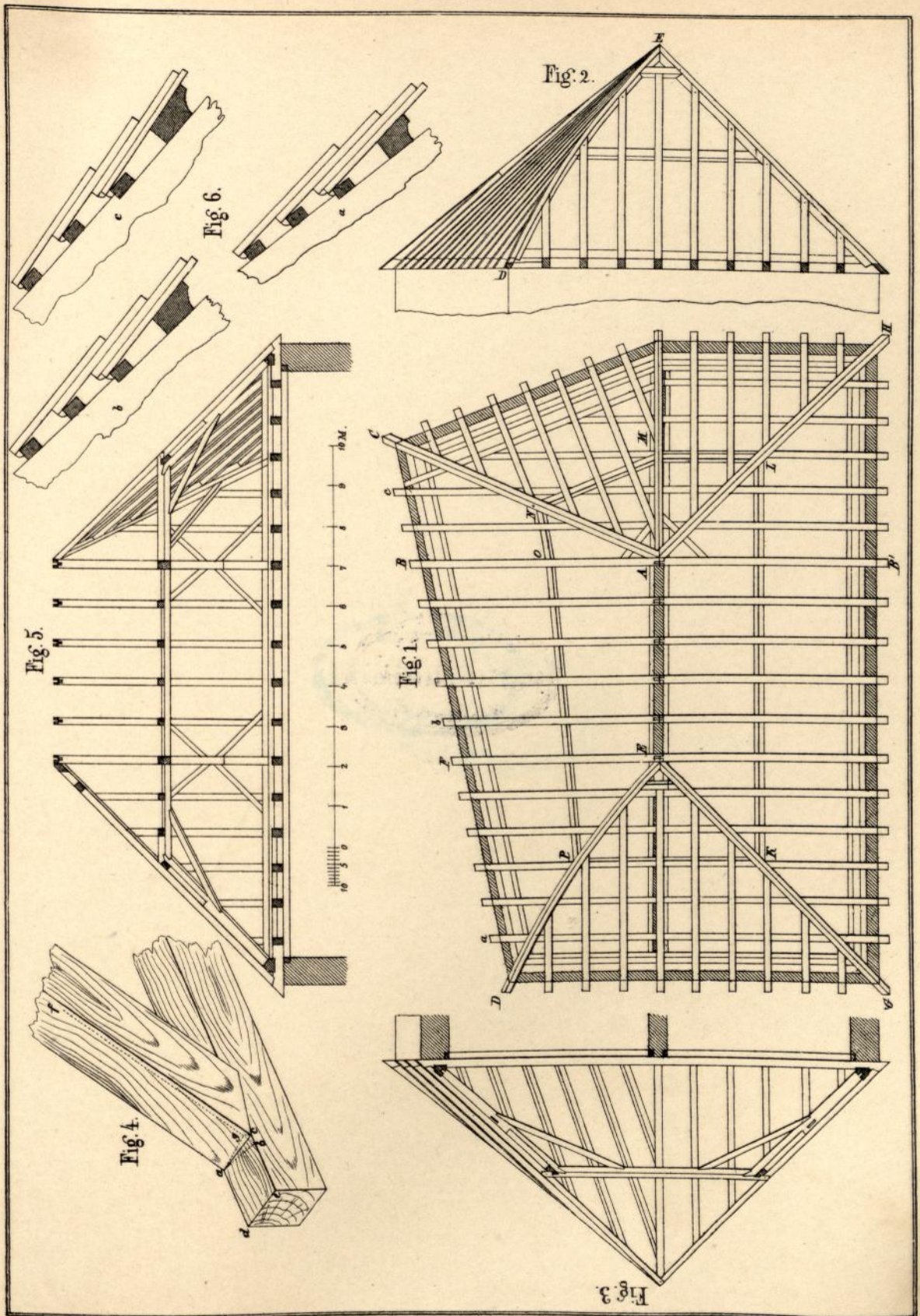


Fig. 2.
E
D
Fig. 6.
c
a
b
Fig. 5.
Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 3.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 5.

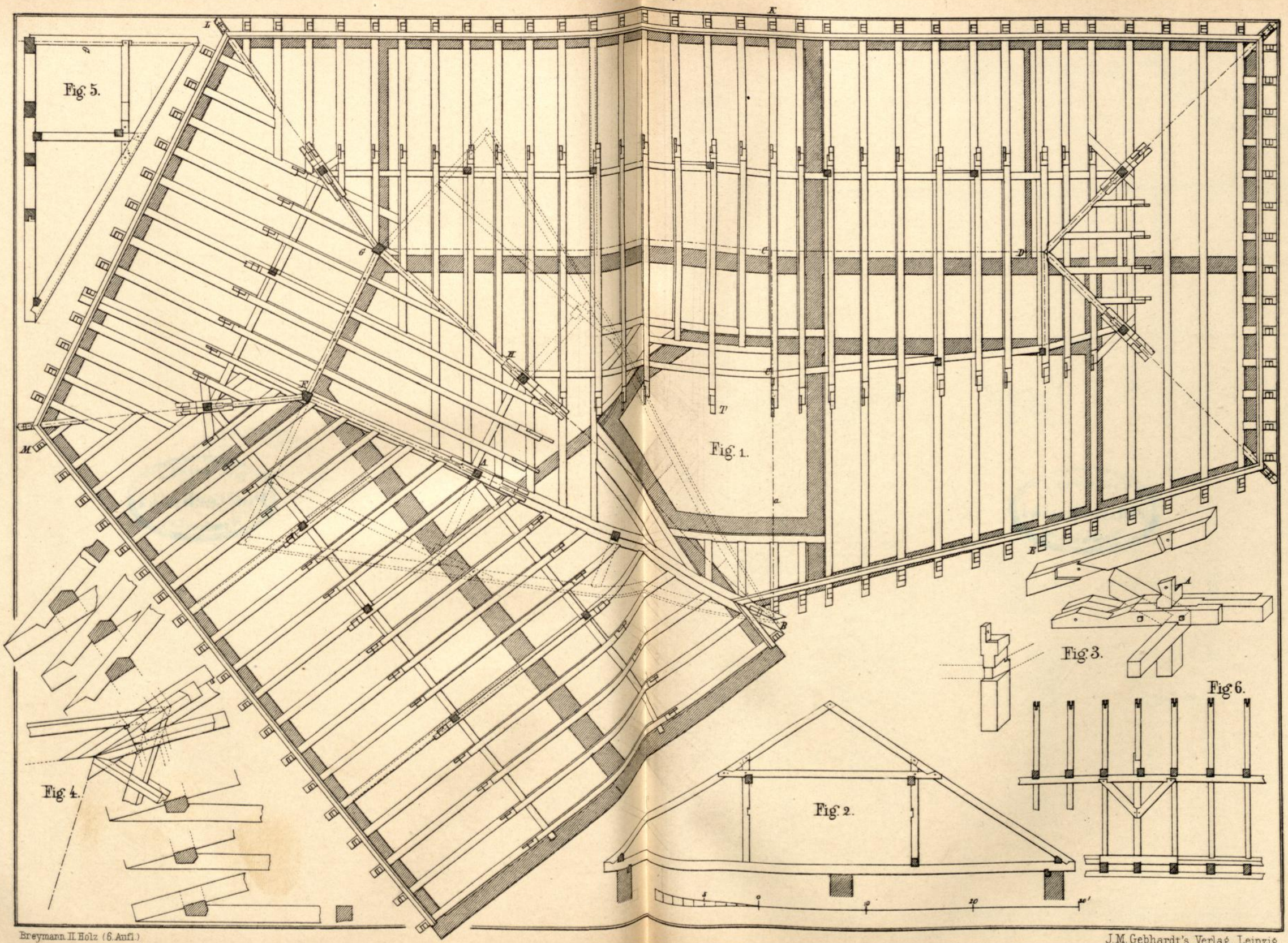


Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 6.

Fig. 4.

Fig. 2.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 59.

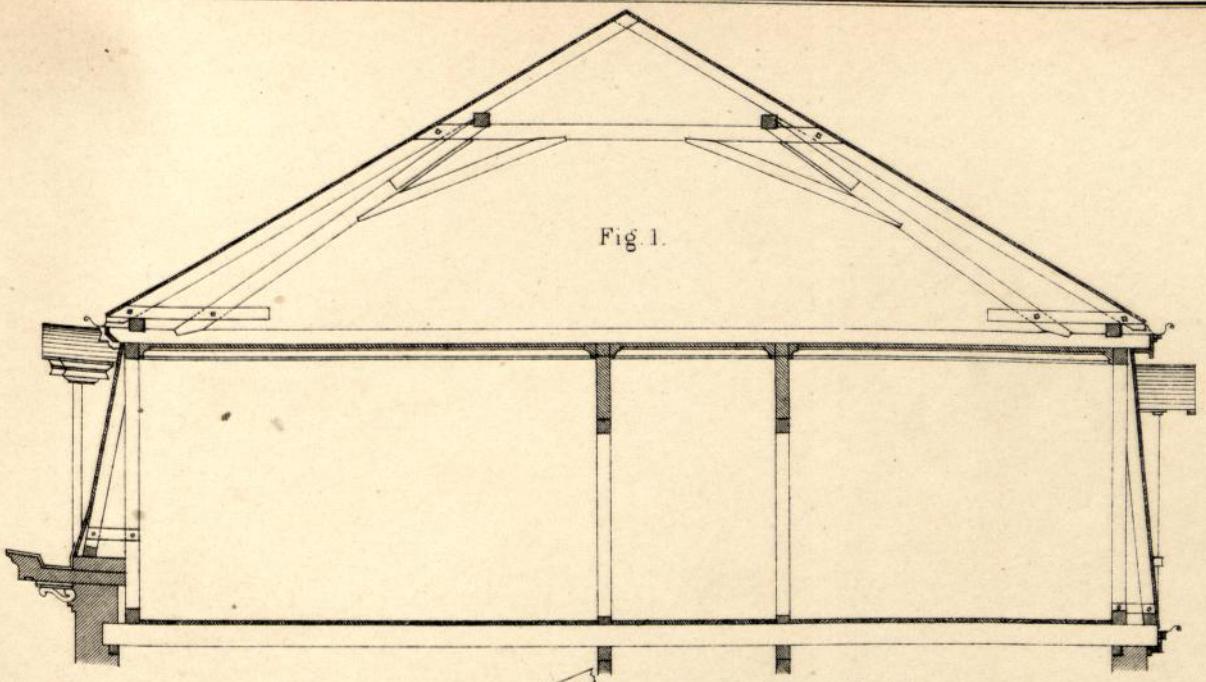


Fig. 1.

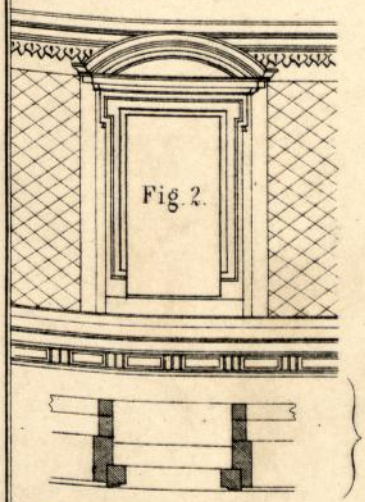


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

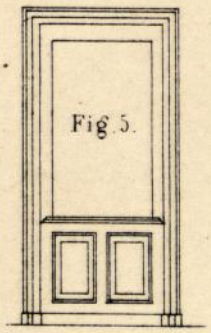


Fig. 5.

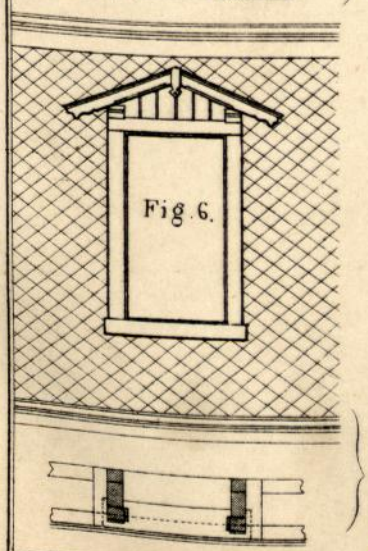


Fig. 6.

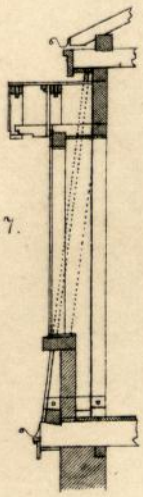


Fig. 7.

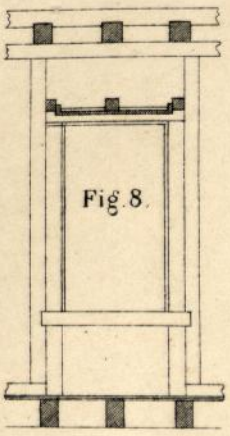


Fig. 8.

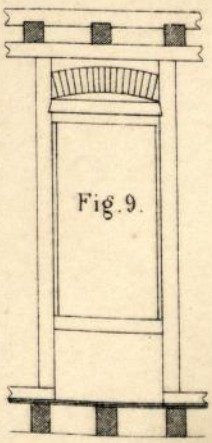
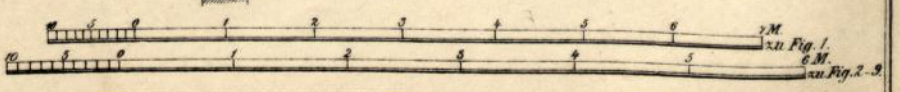


Fig. 9.



Breymann II. Holz (6. Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

J.M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

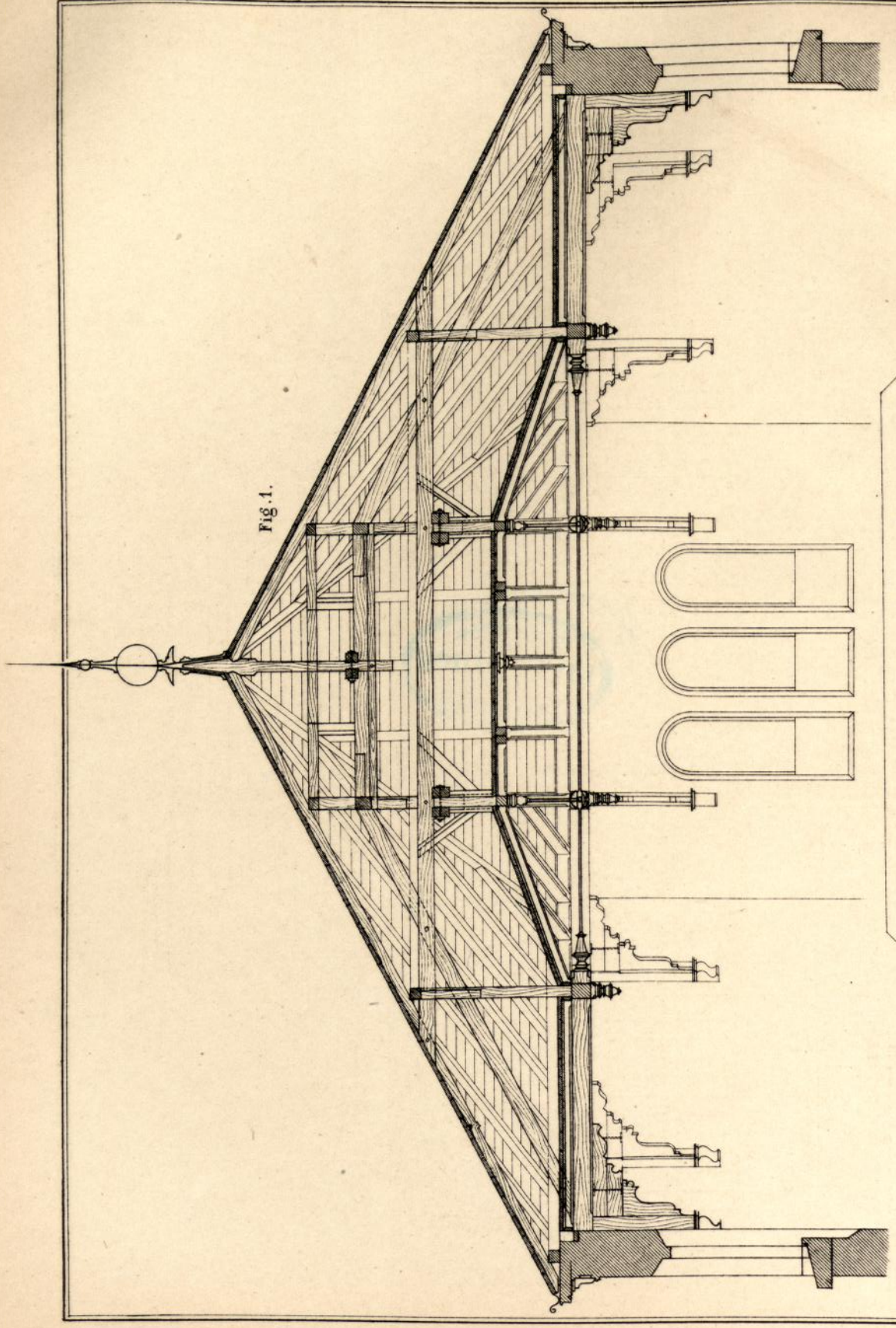


Fig. 1.

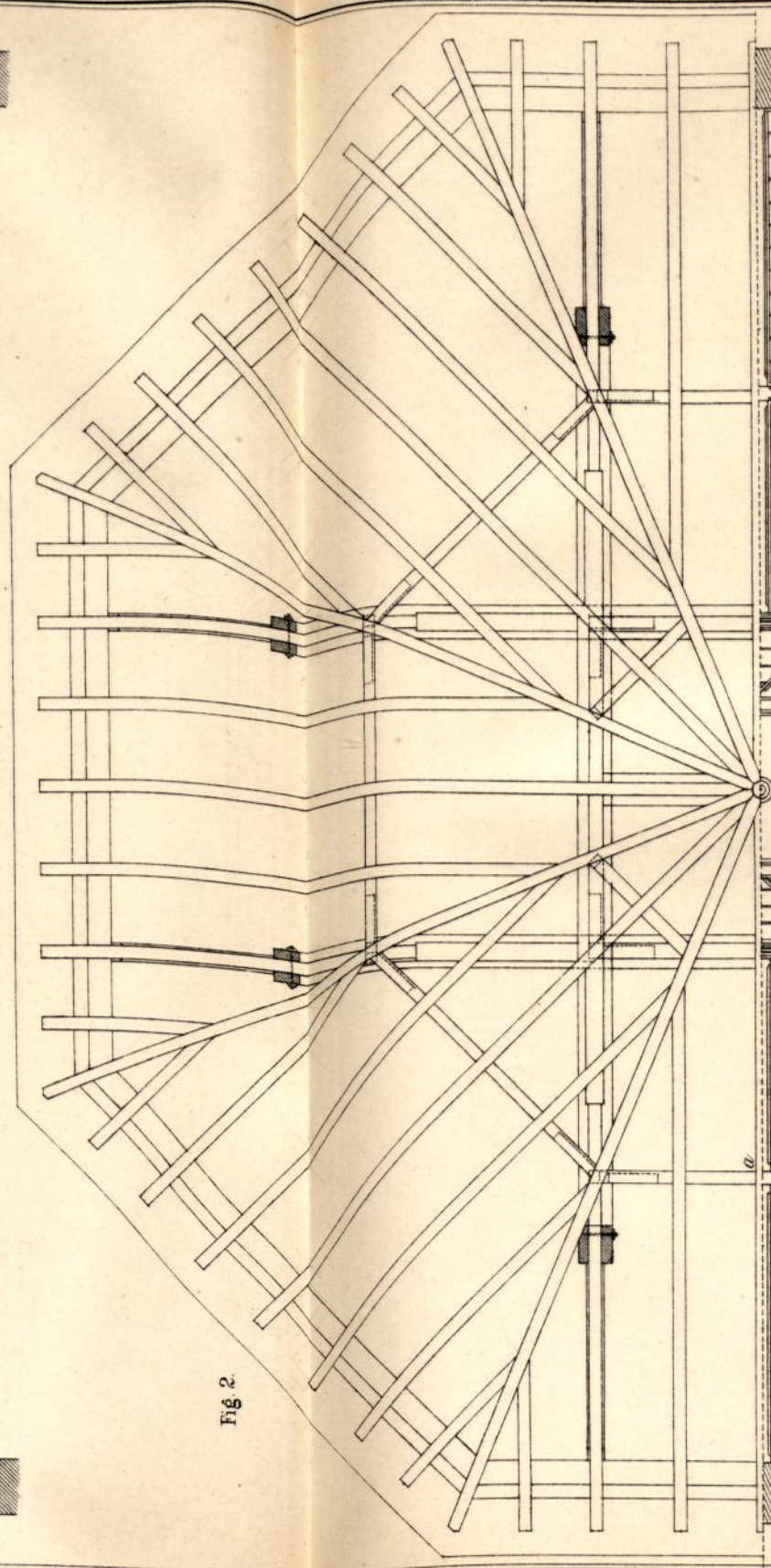


Fig. 2.

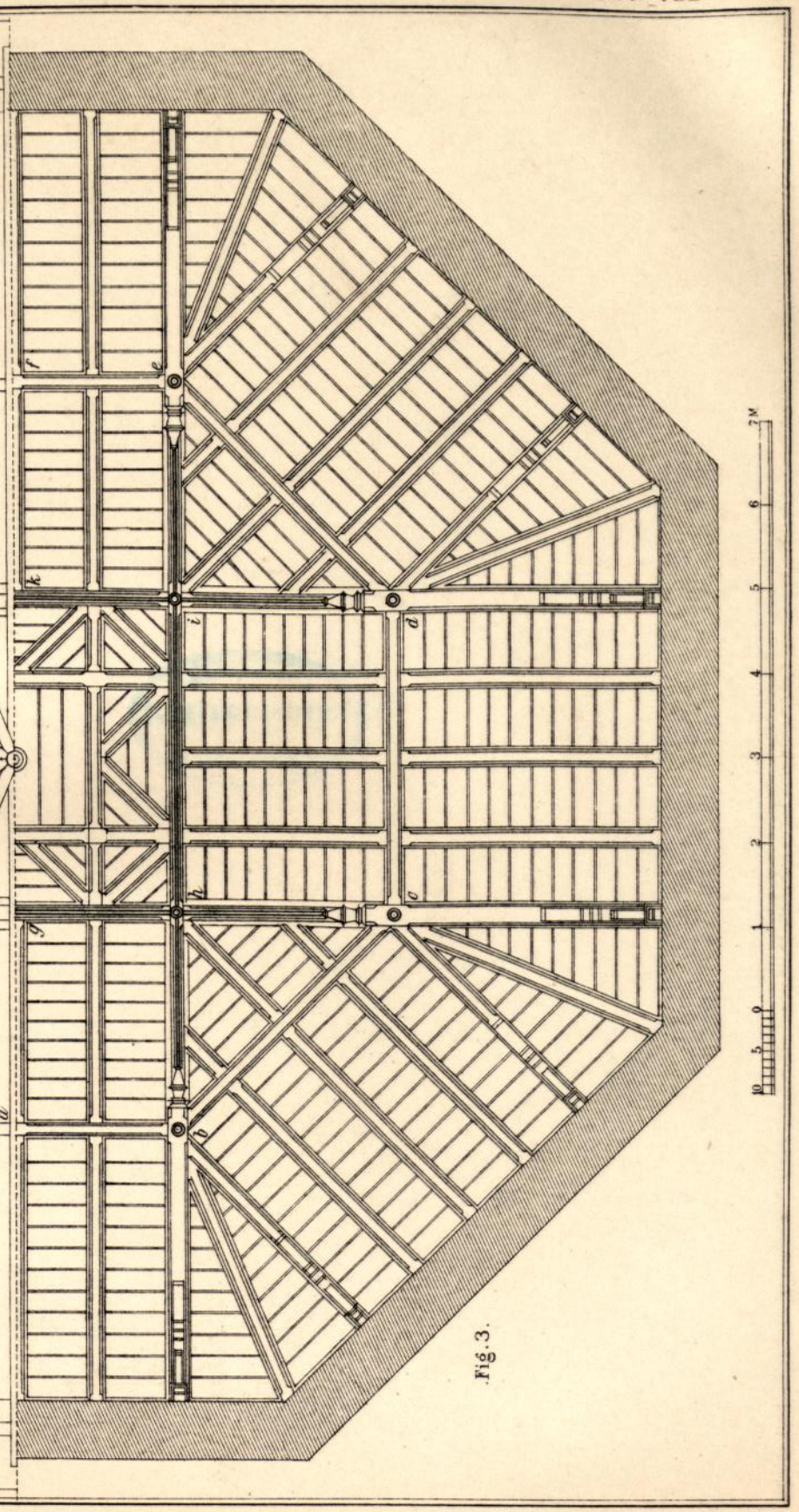


Fig. 3.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 4.

Fig. 7.

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 6.

Fig. 8.

10 0 5 10 15 20 25 Meter.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

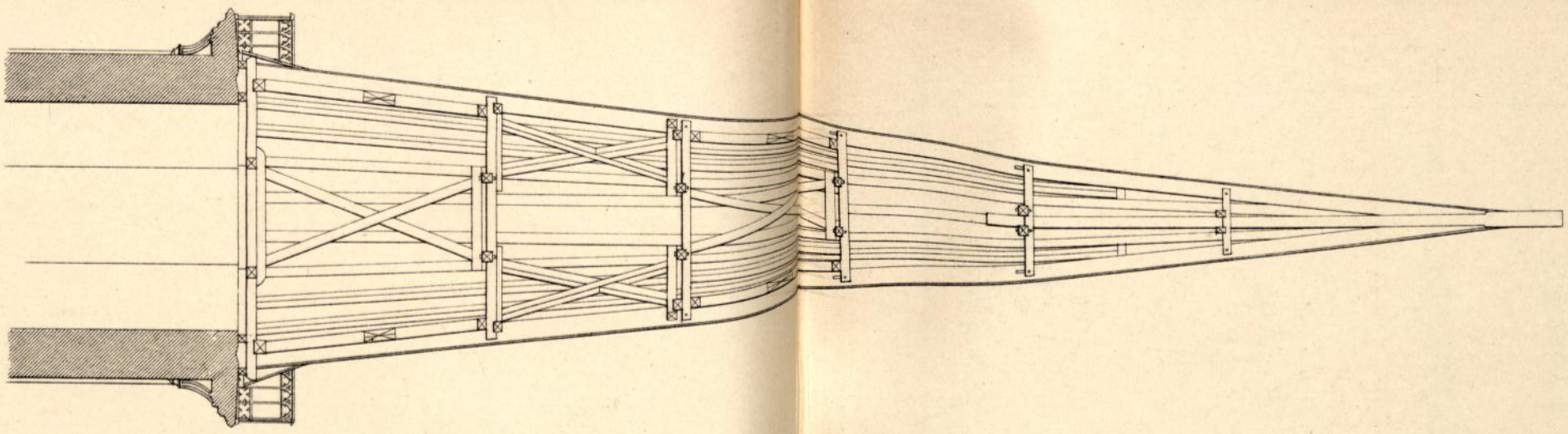


Fig. 1.

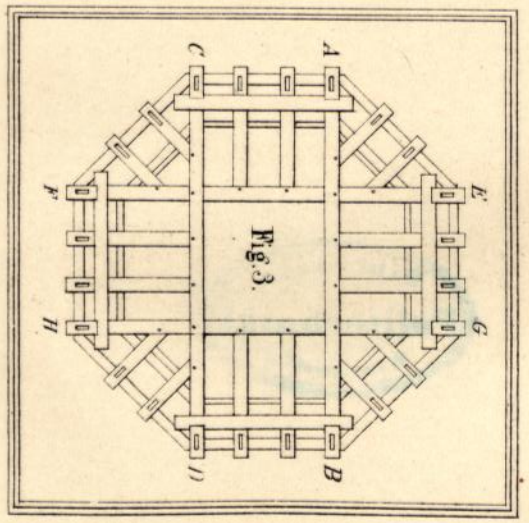


Fig. 3.

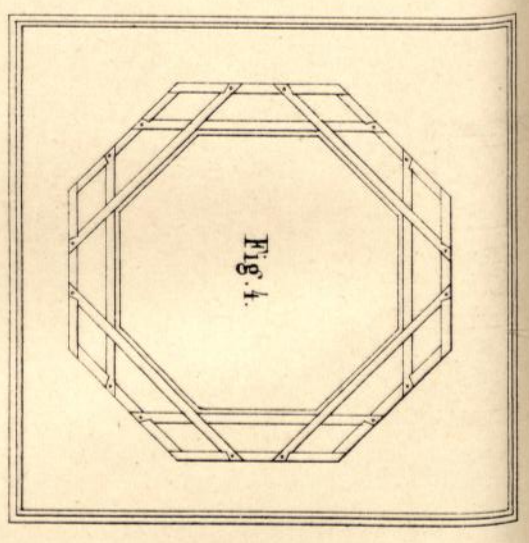


Fig. 4.

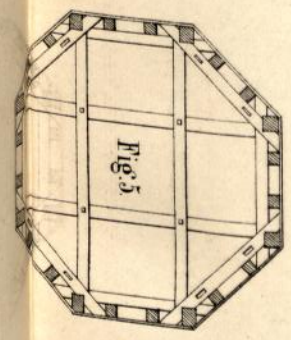


Fig. 5.

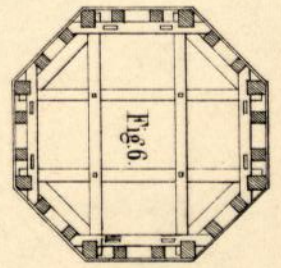


Fig. 6.

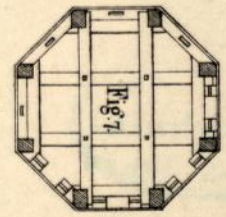


Fig. 7.

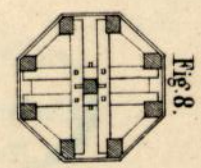


Fig. 8.

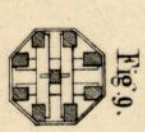


Fig. 9.

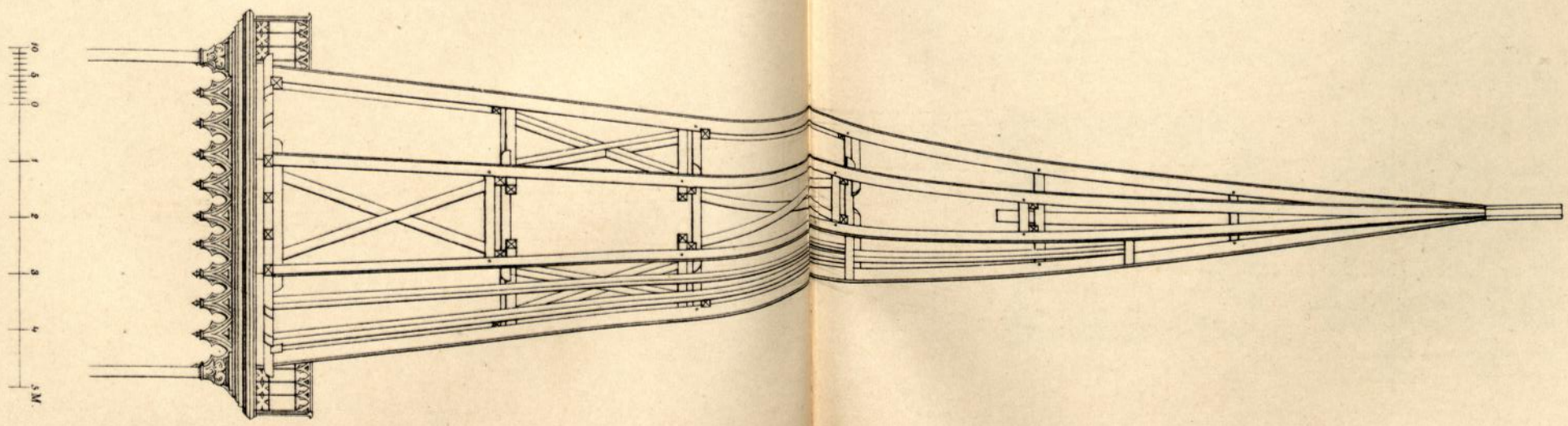
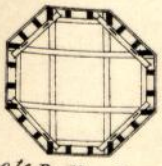


Fig. 2.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

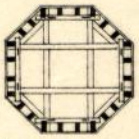
Thurmhelm der St. Nicolai-Kirche in Flensburg.

Fig. 8.



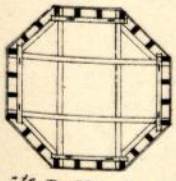
6te Balkenlage.

Fig. 9.



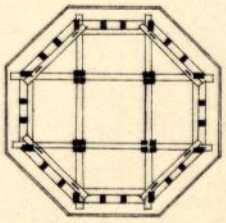
7te Balkenlage.

Fig. 7.



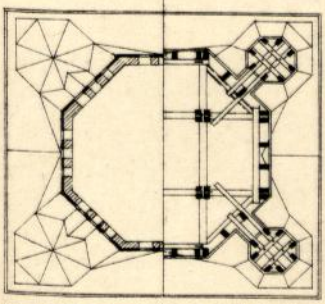
5te Balkenlage.

Fig. 6.



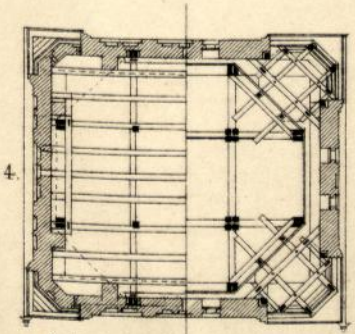
4te Balkenlage.

Fig. 5.



Grundr. d. Gallerie. 3te Balkenlage.

Fig. 4.



Schnitt a-b. Schnitt c-d.

Fig. 1.

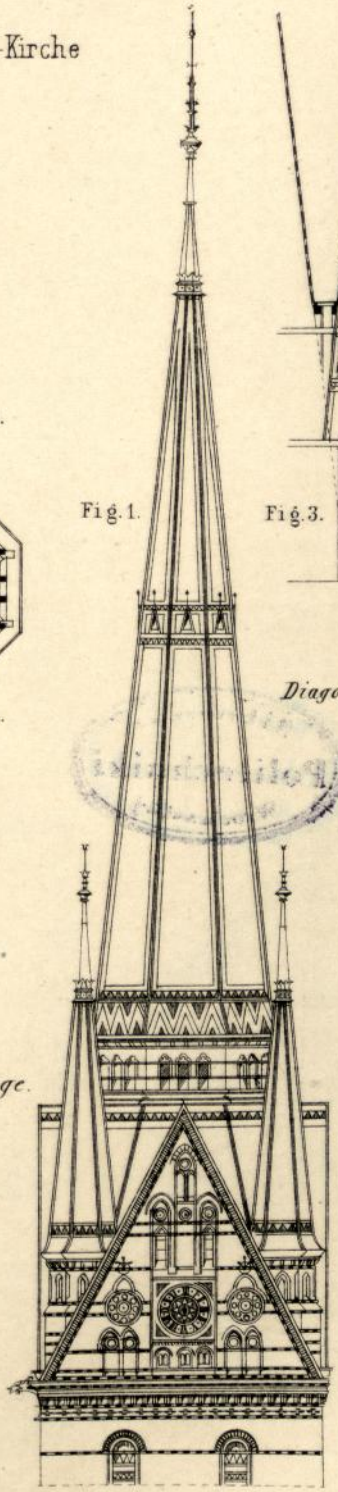
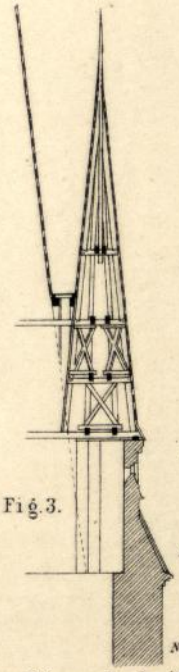
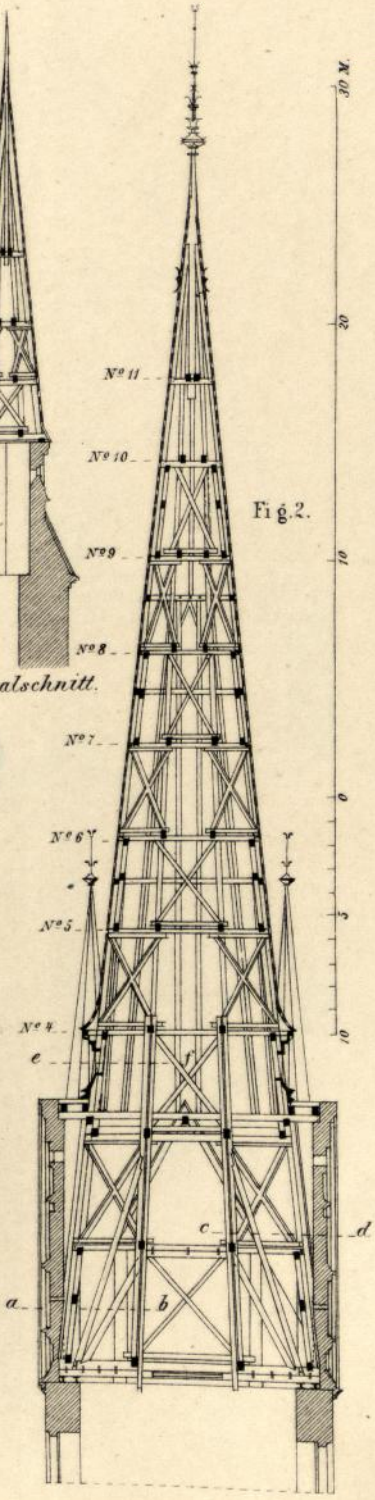


Fig. 3.



Diagonalschnitt.

Fig. 2.



Breymann II Holz (6 Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 64.

Fig. 2.

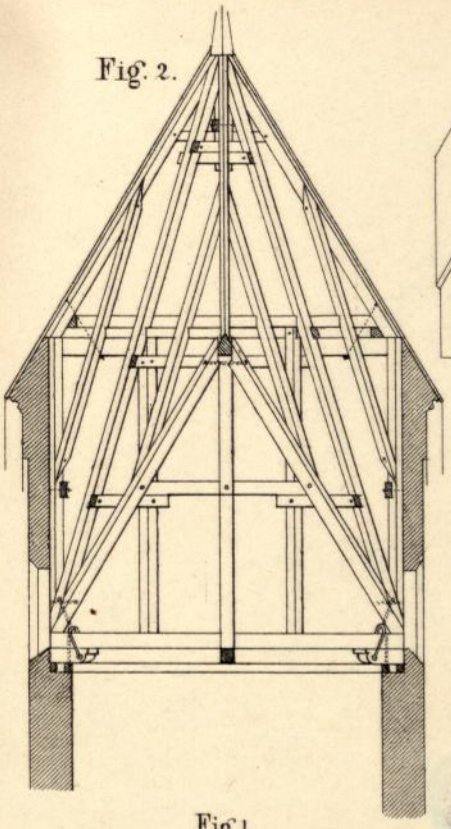


Fig. 11.

Fig. 3. a.

Fig. 3. b.

Fig. 3. c

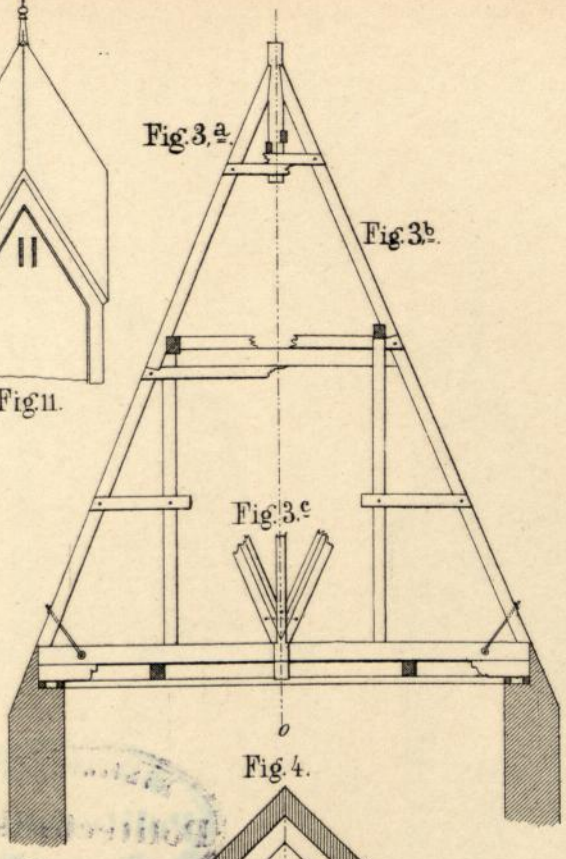


Fig. 4.

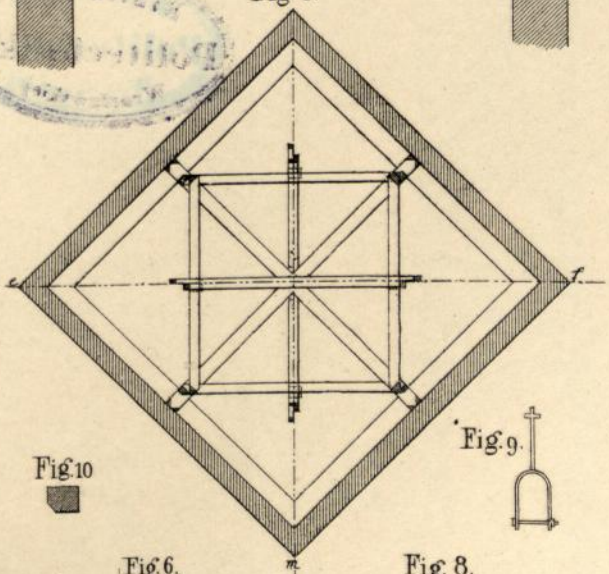


Fig. 1.

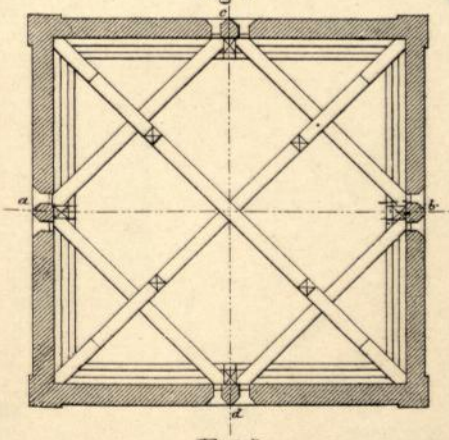


Fig. 10

Fig. 9.

Fig. 5.

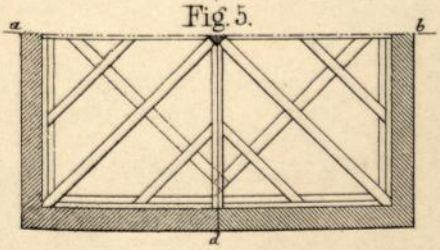


Fig. 6.

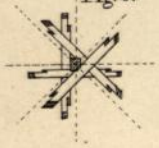


Fig. 7.

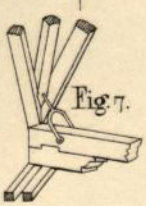
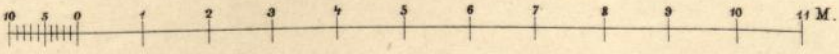


Fig. 8.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

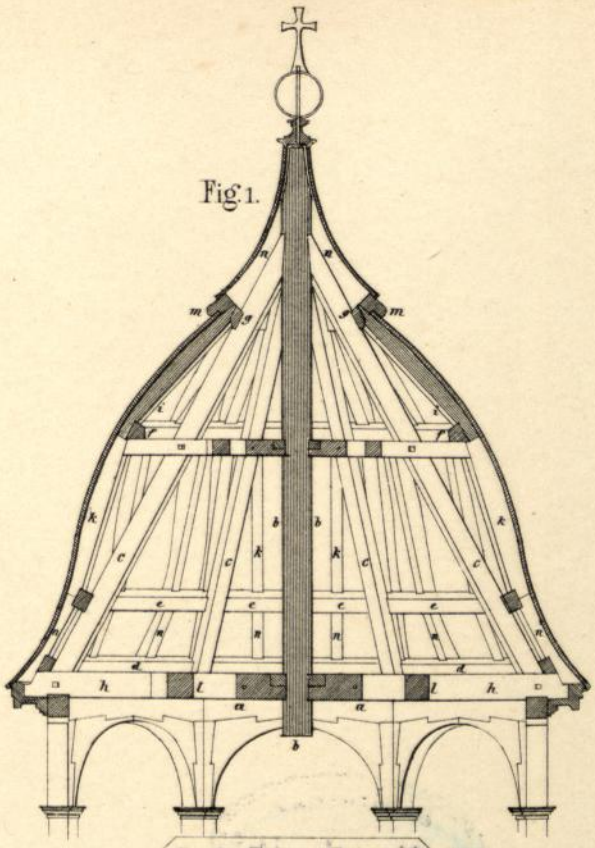


Fig. 4.

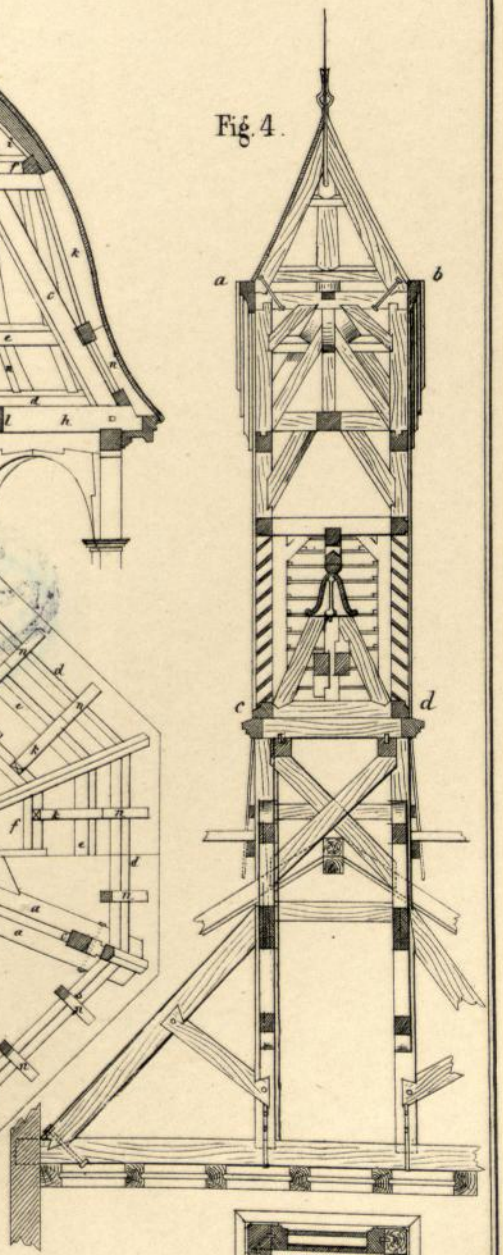


Fig. 3.

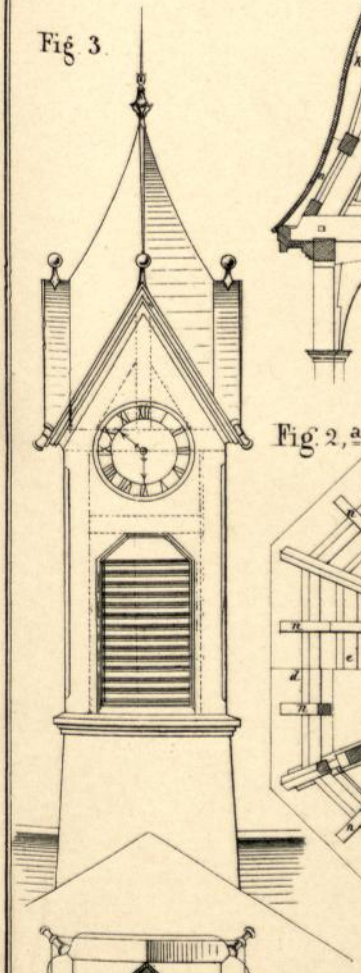


Fig. 2, a.

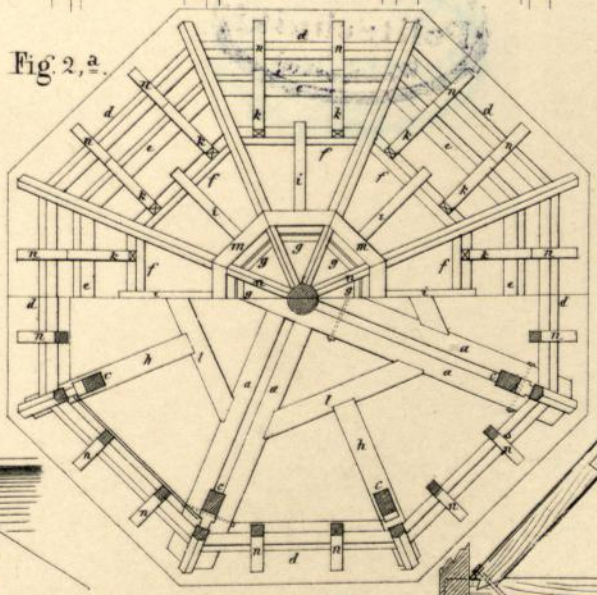


Fig. 2. b.

Fig. 5.
Schnitt a. b.

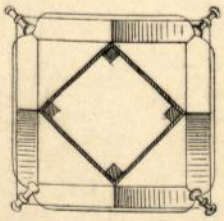
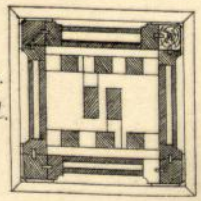


Fig. 6.
Schnitt c. d.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

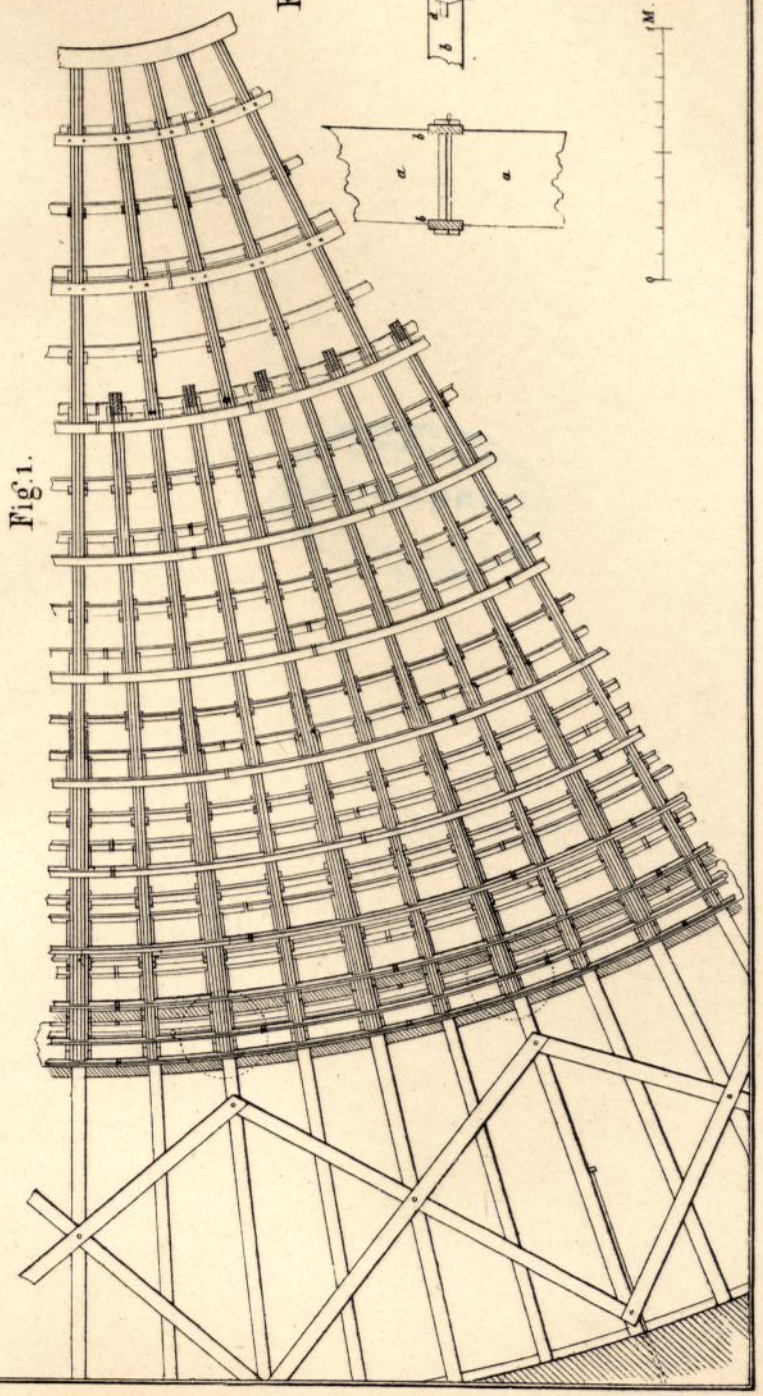


Fig. 2.

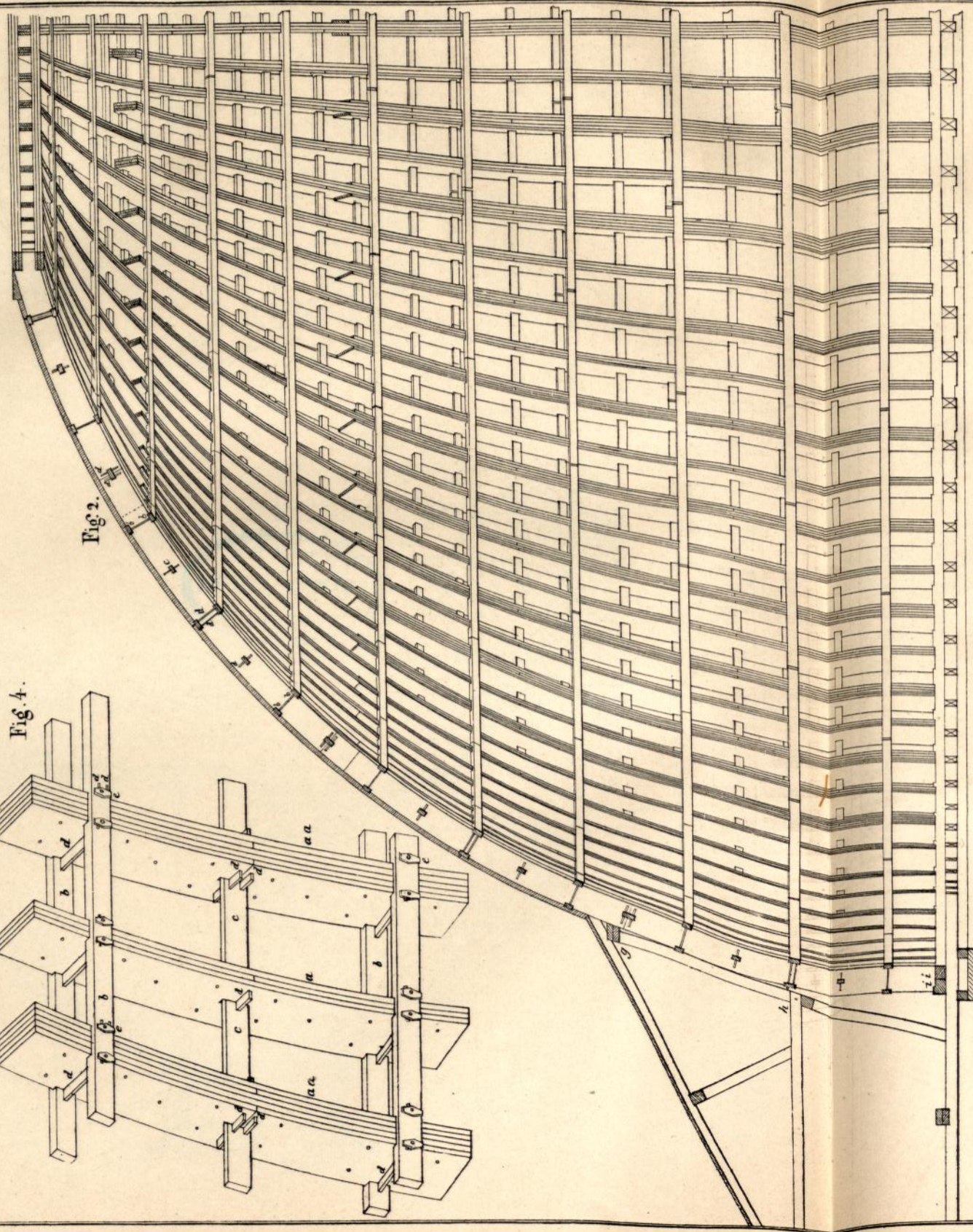


Fig. 3.

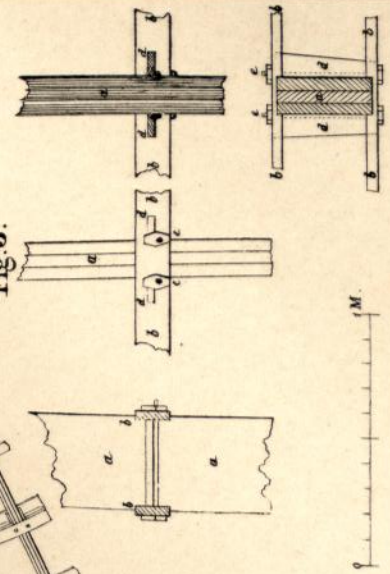


Fig. 4.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

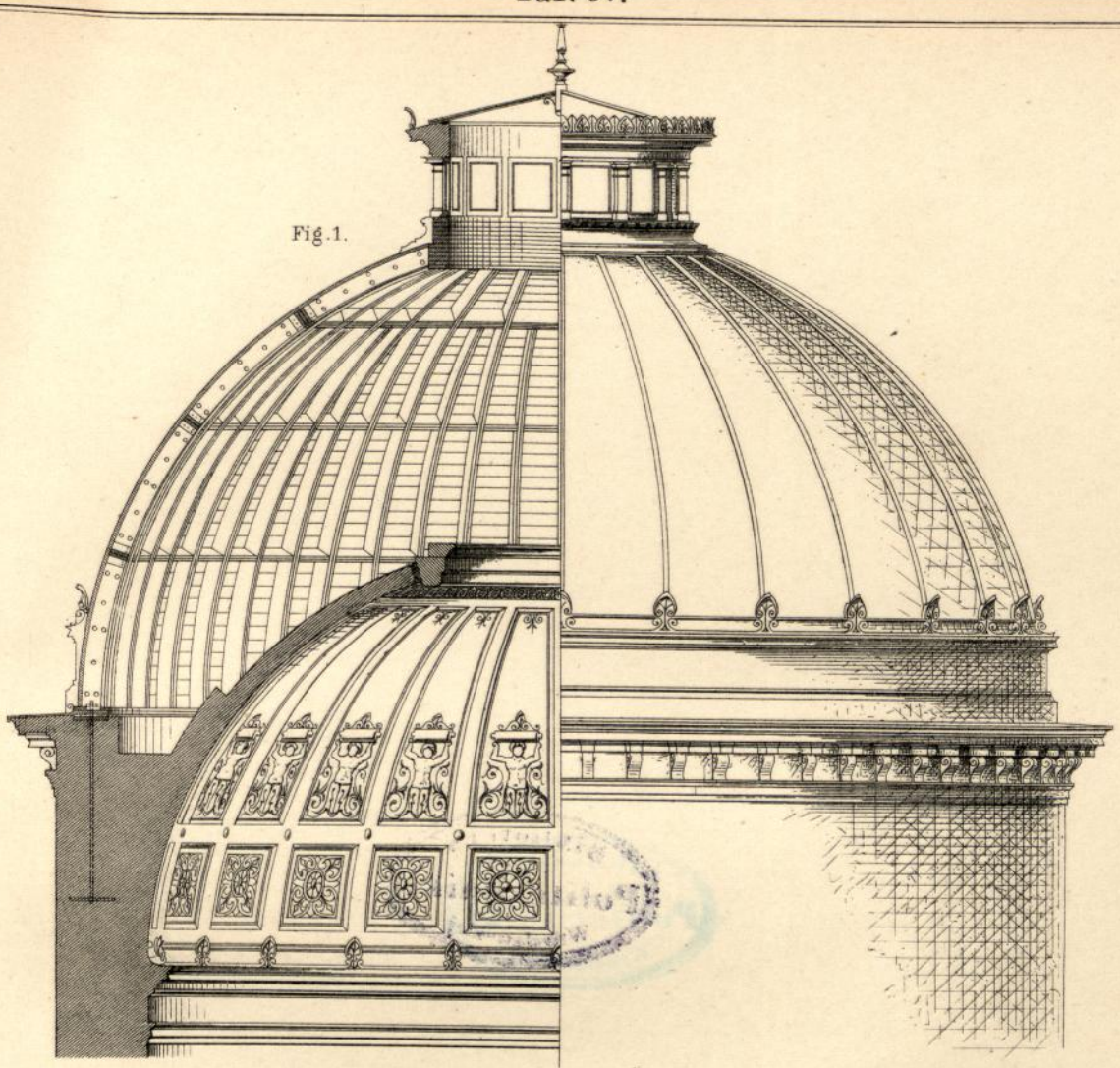


Fig. 2.

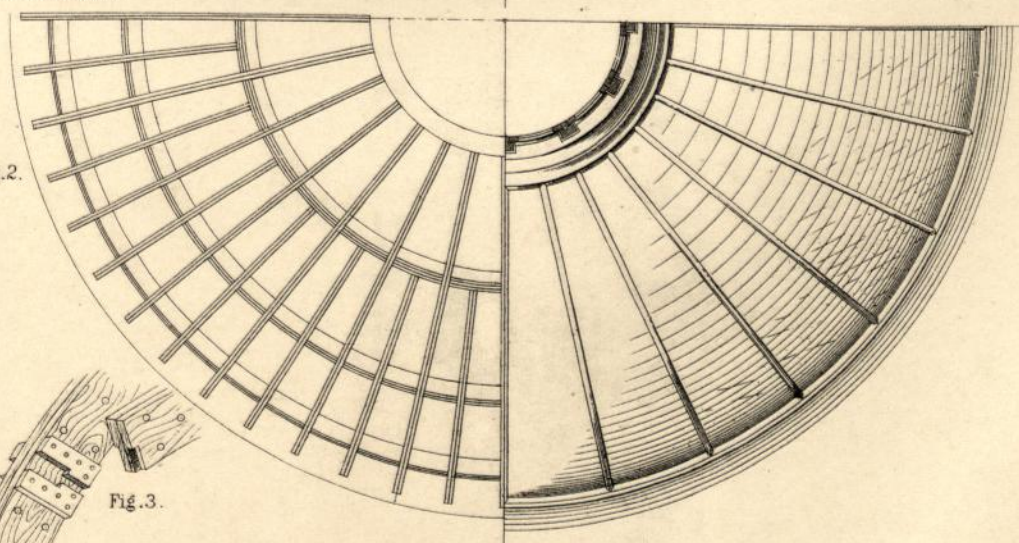
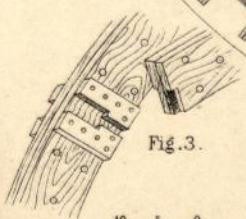
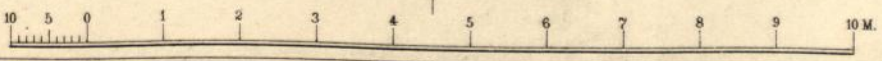


Fig. 3.





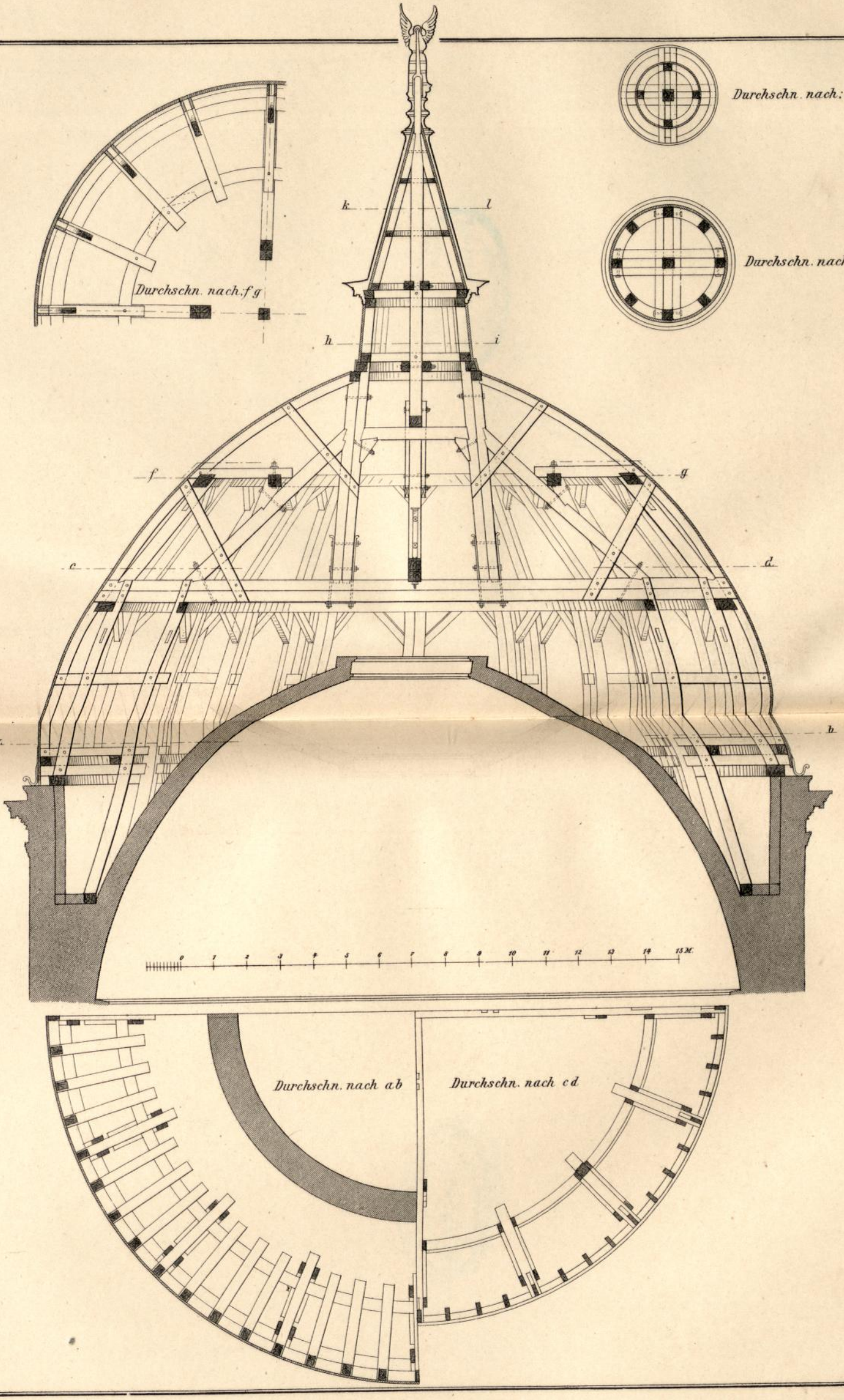
Breymann II. Holz (6. Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

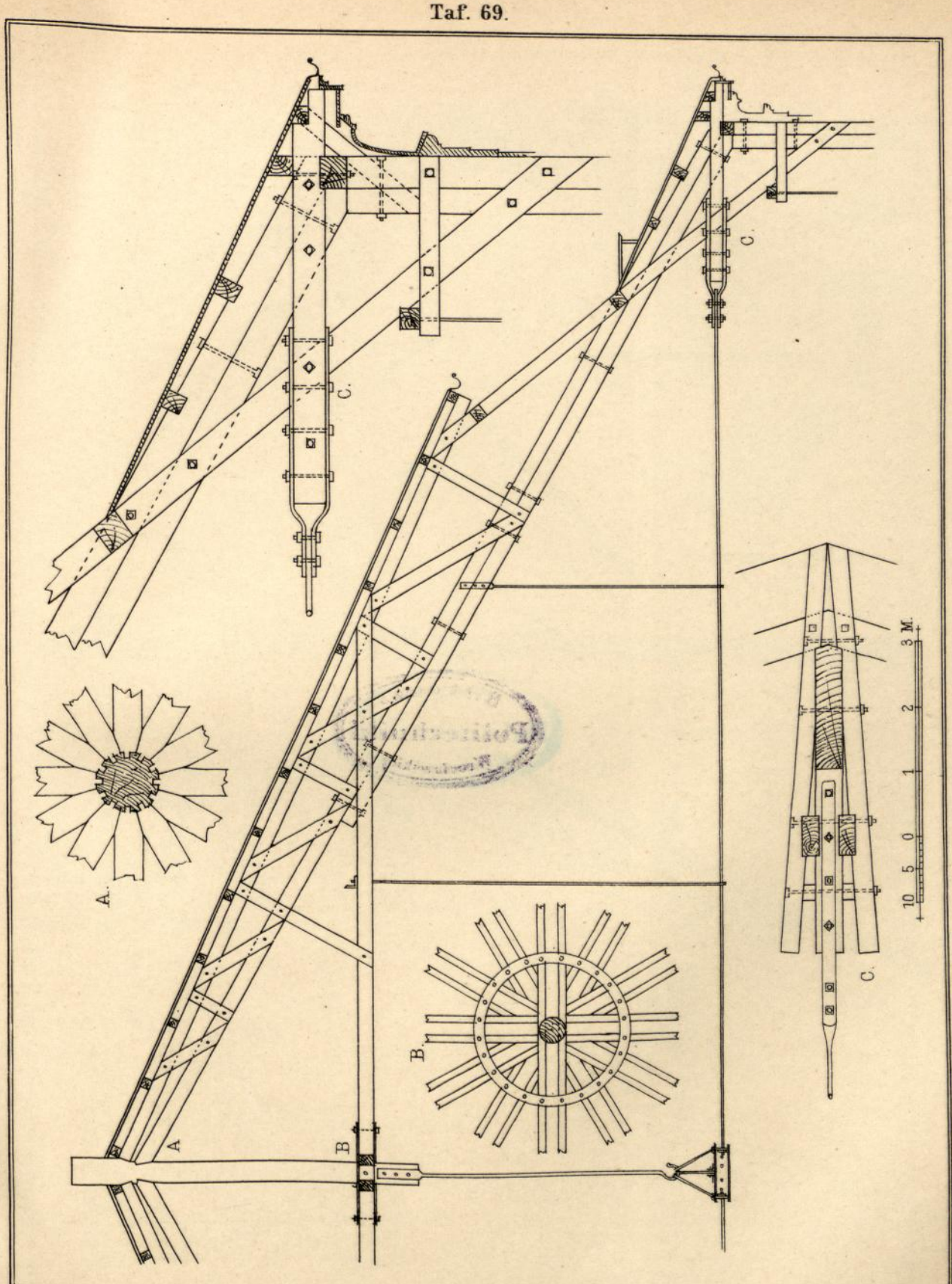
Taf. 68.



J.M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Breymann II Holz (6. Aufl.)

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej


C.
C.
A.
A
B
B.
C.
3 M.
2
1
0
5
10

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 70.

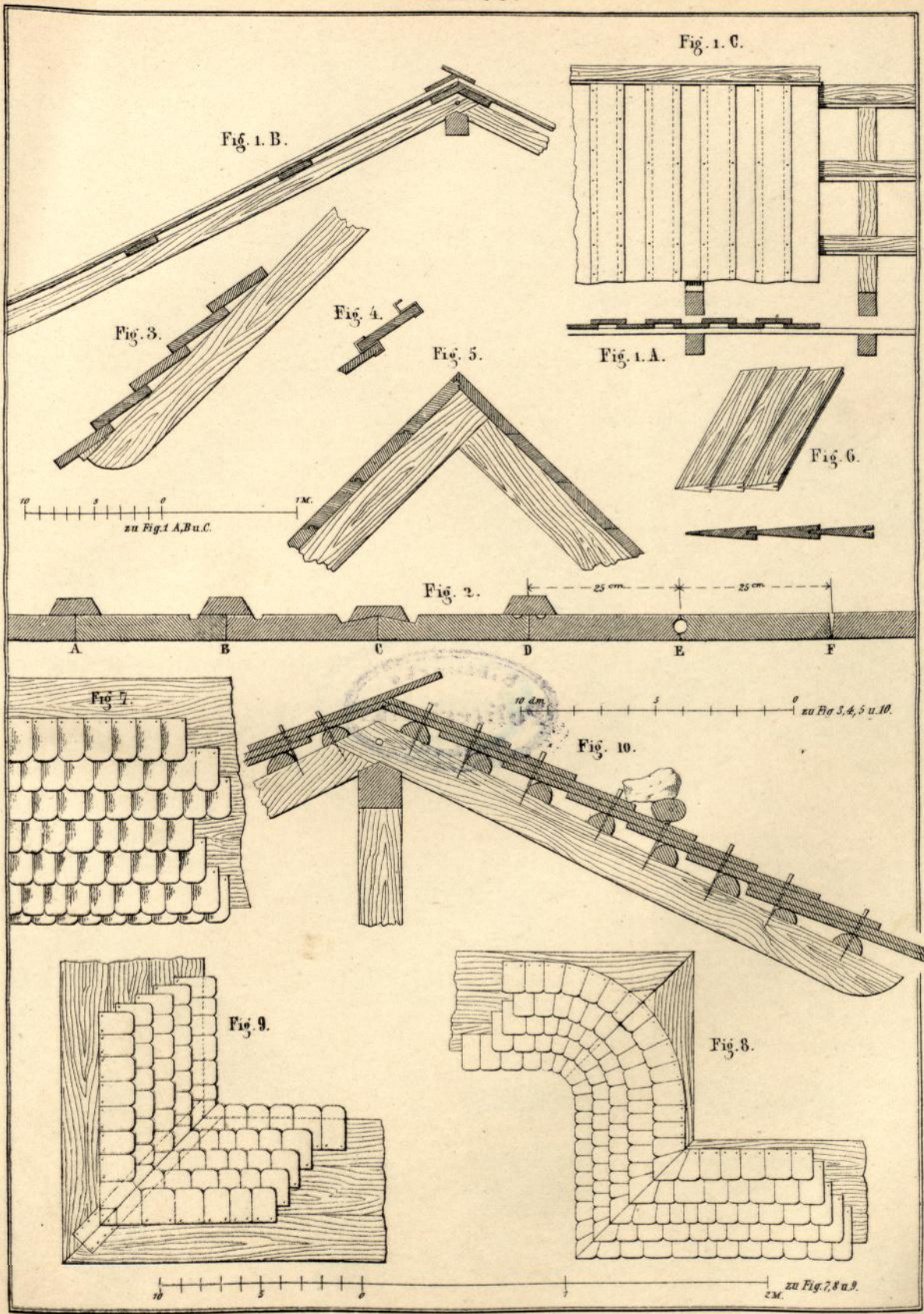


Fig. 1. C.
Fig. 1. B.
Fig. 1. A.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
10 5 0 1 M.
zu Fig. 1 A, B u. C.
Fig. 2.
25 cm 25 cm
A B C D E F
Fig. 7.
10 dm 5 0
zu Fig. 3, 4, 5 u. 10.
Fig. 10.
Fig. 9.
Fig. 8.
10 5 0 1 2 M.
zu Fig. 7, 8 u. 9.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 71.

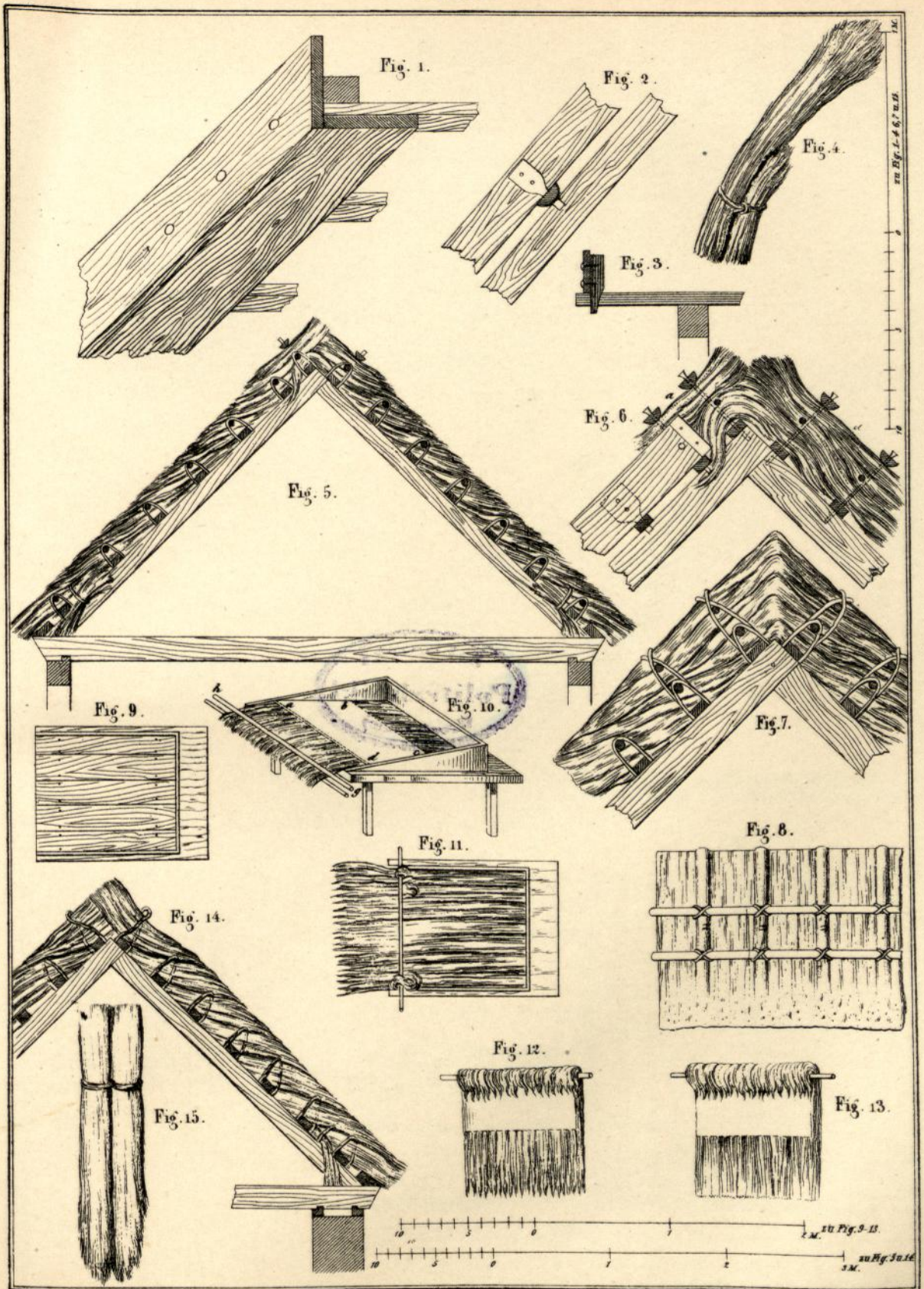


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 72.

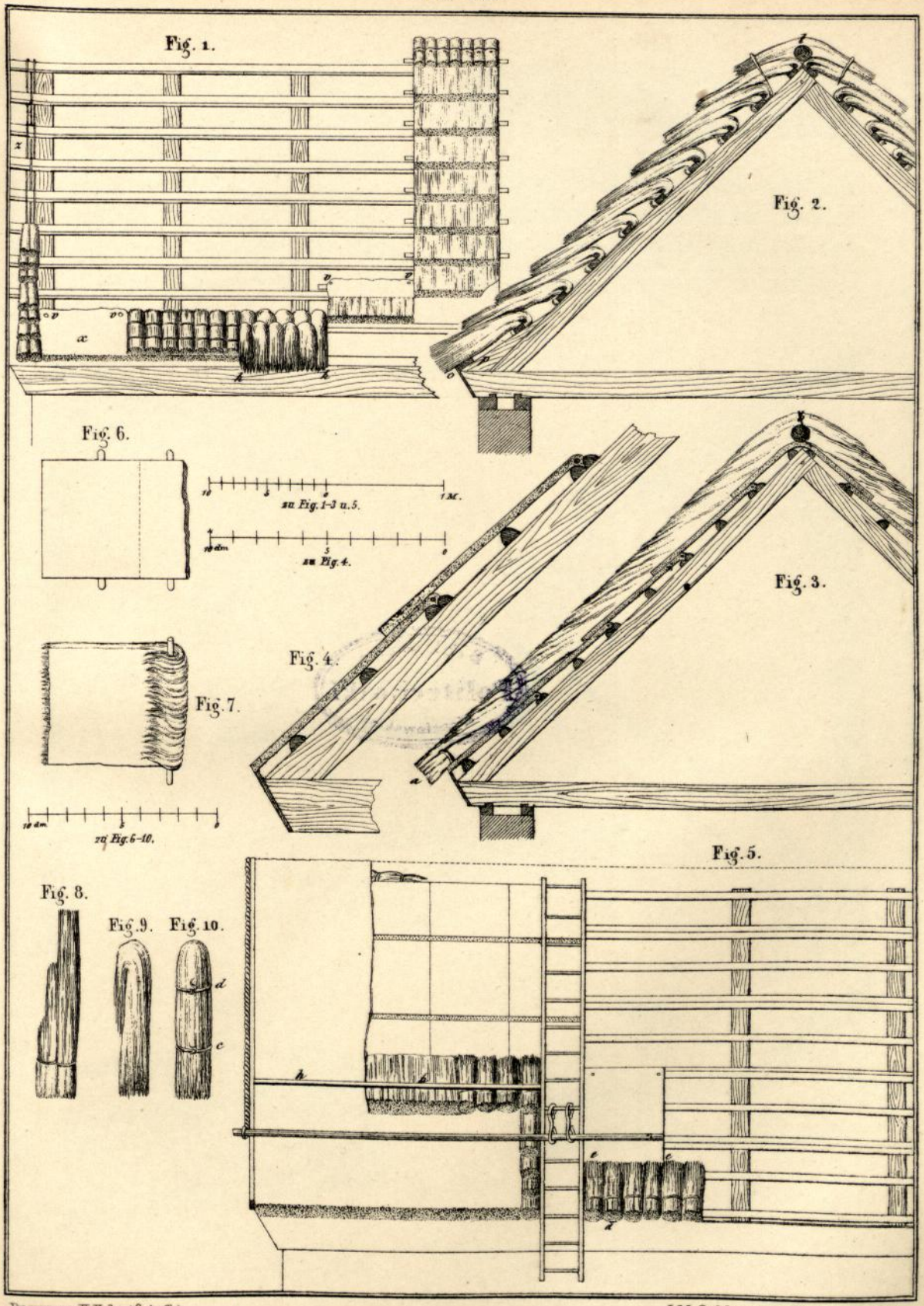


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
zu Fig. 1–3 u. 5.
zu Fig. 4.
Fig. 7.
zu Fig. 6–10.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 73.

Fig. 1.

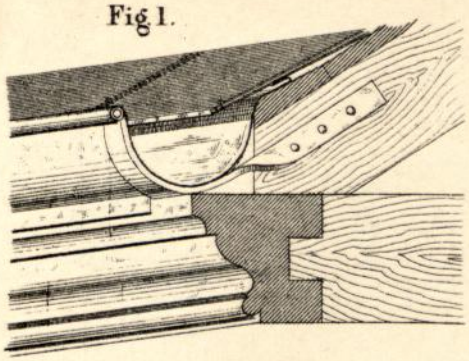


Fig. 2.

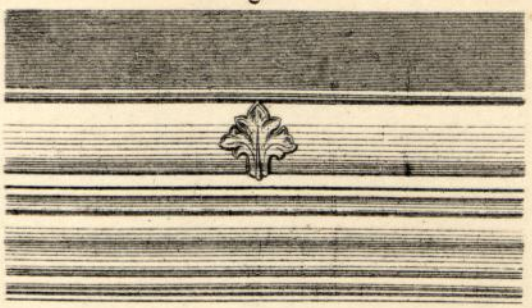


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

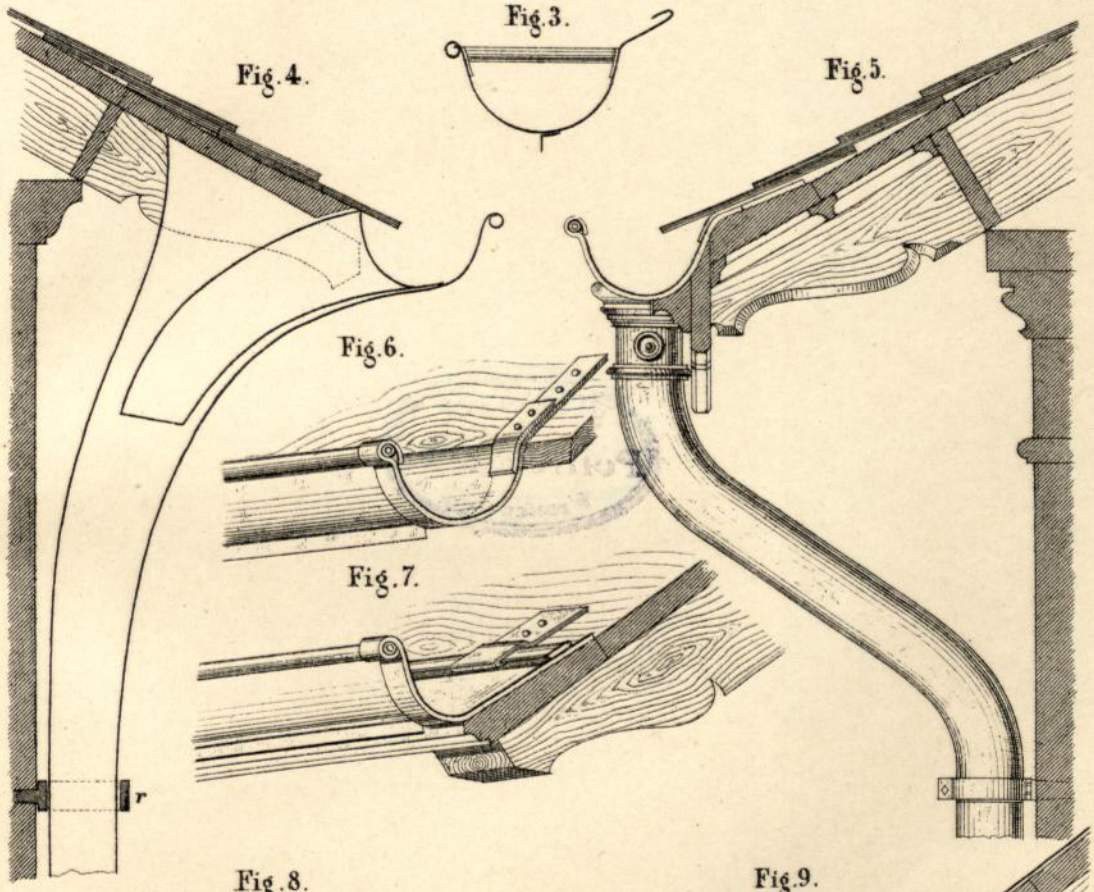


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

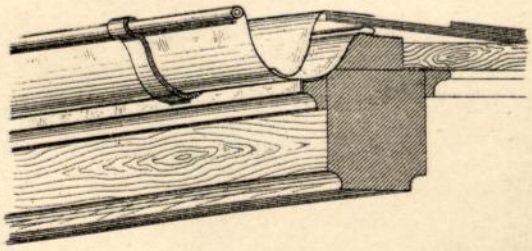
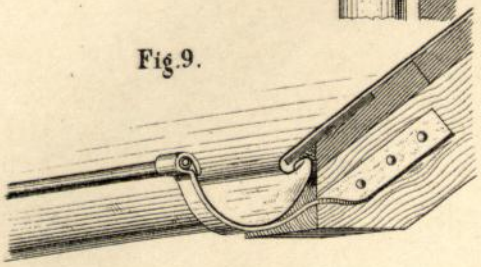
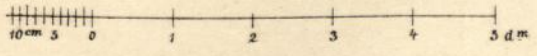


Fig. 9.

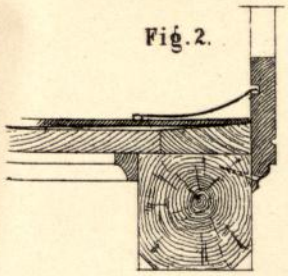




Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 74.

Fig. 2.



Schnitt a–b. (3fache Grösse)

Fig. 1.

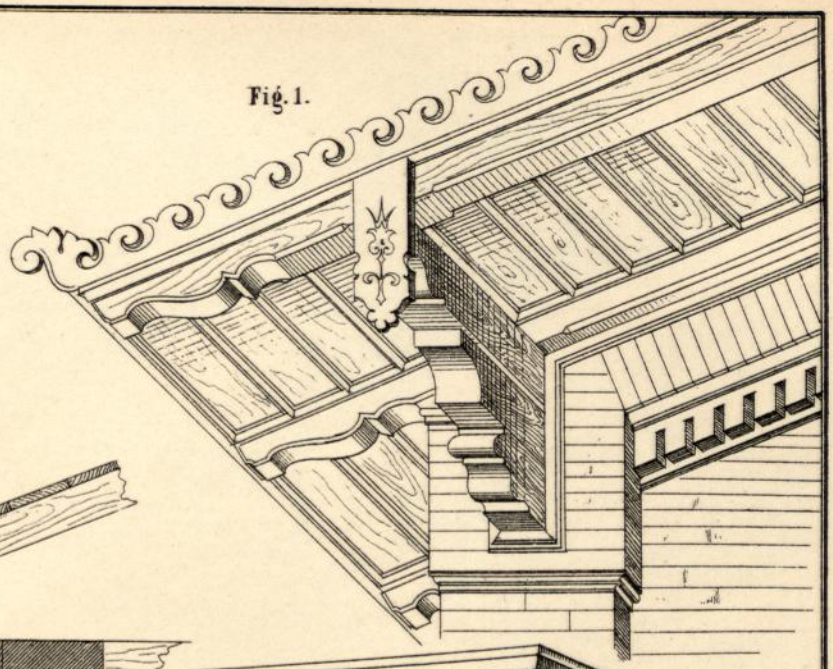


Fig. 5.

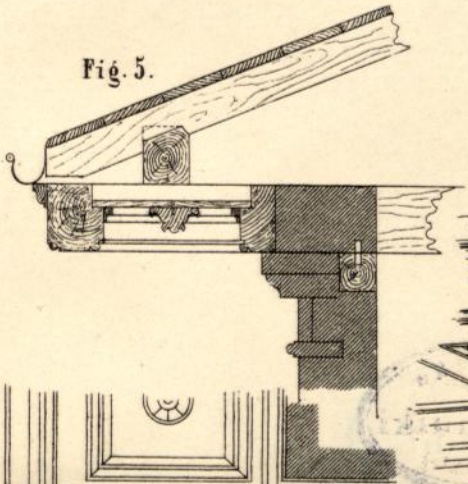


Fig. 7.

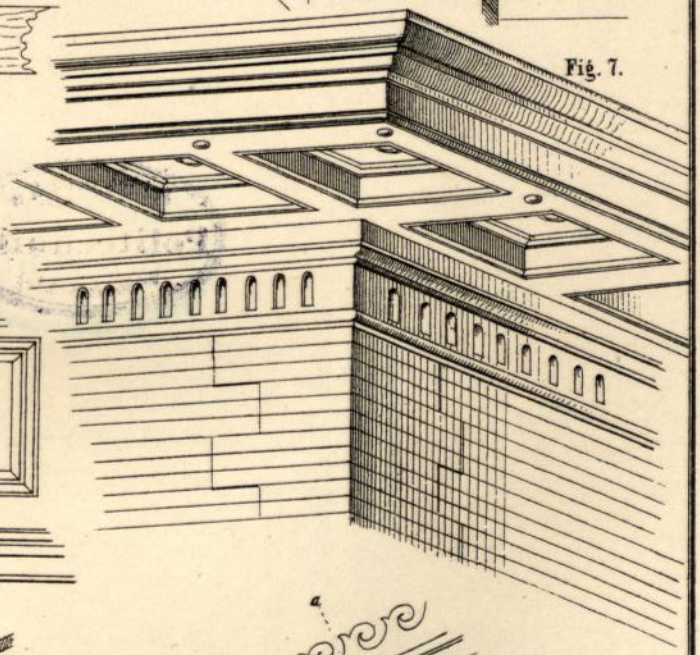


Fig. 6.

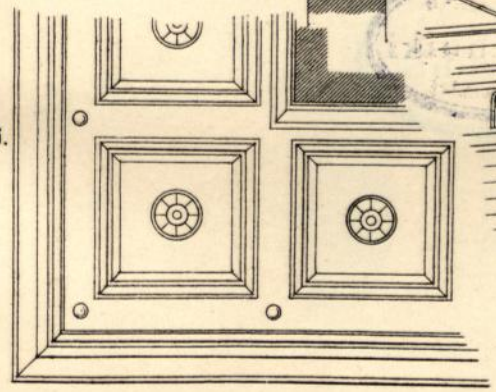
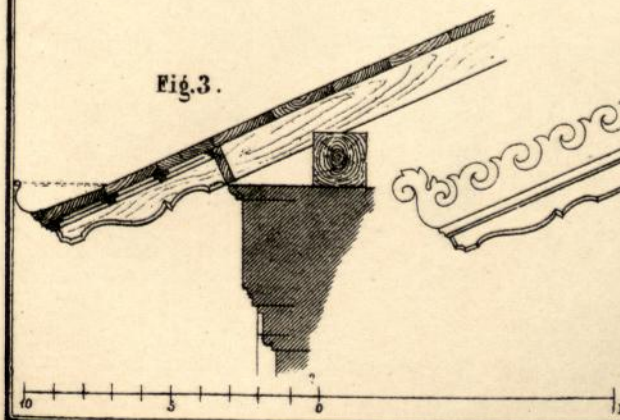


Fig. 3.



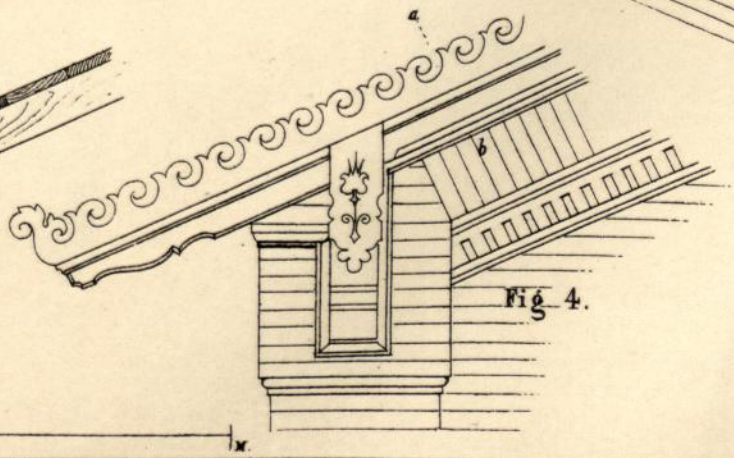
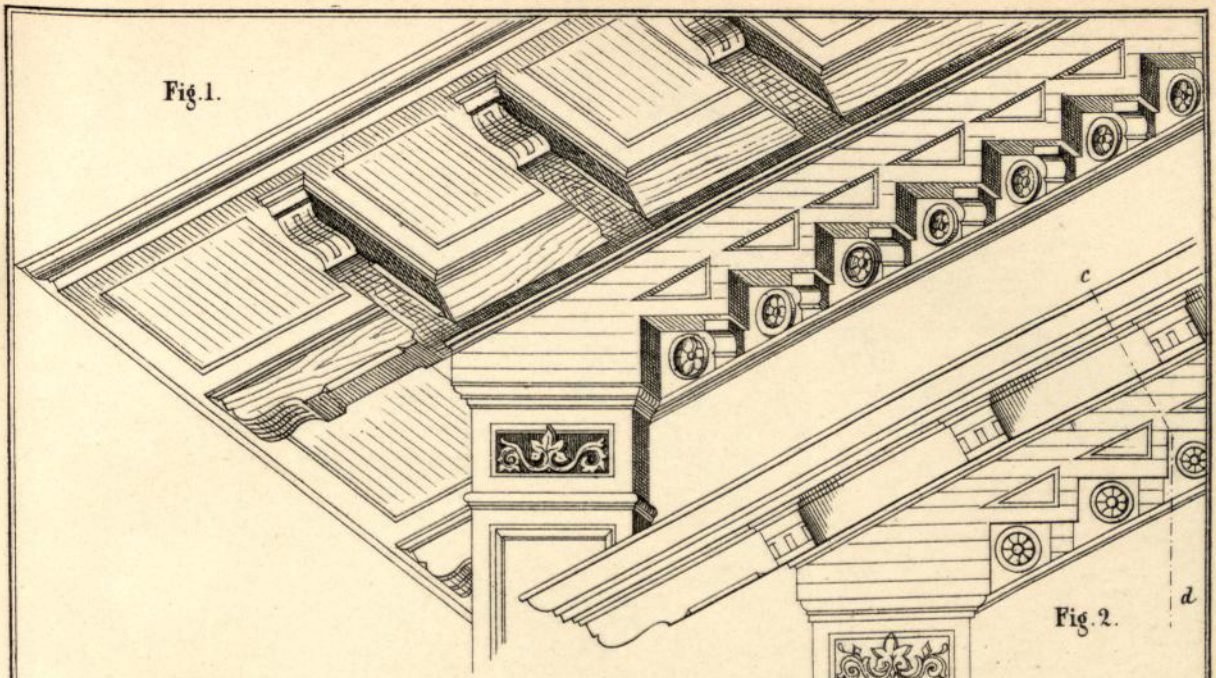


Fig. 4.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.



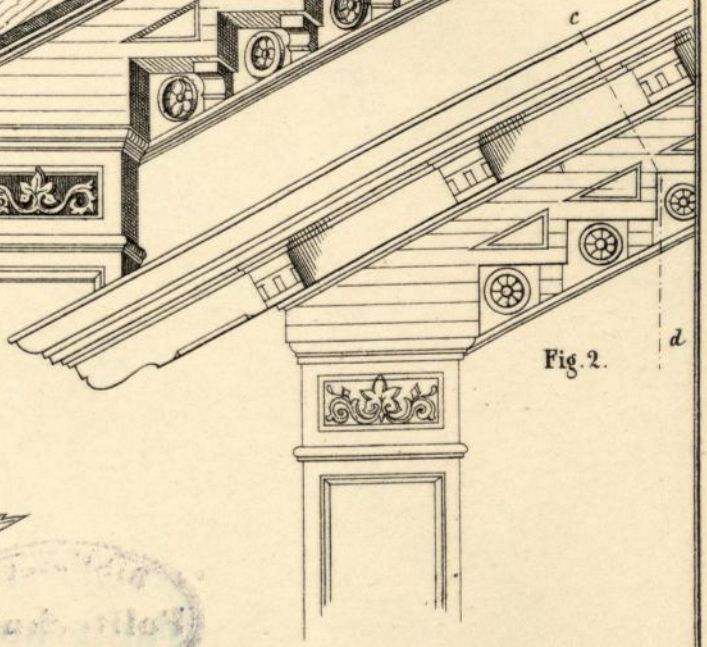
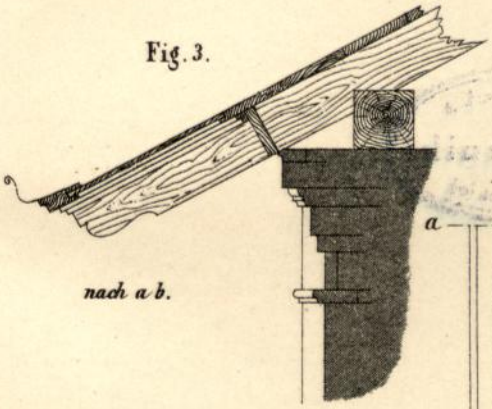


Fig. 2.

Fig. 3.



nach a b.

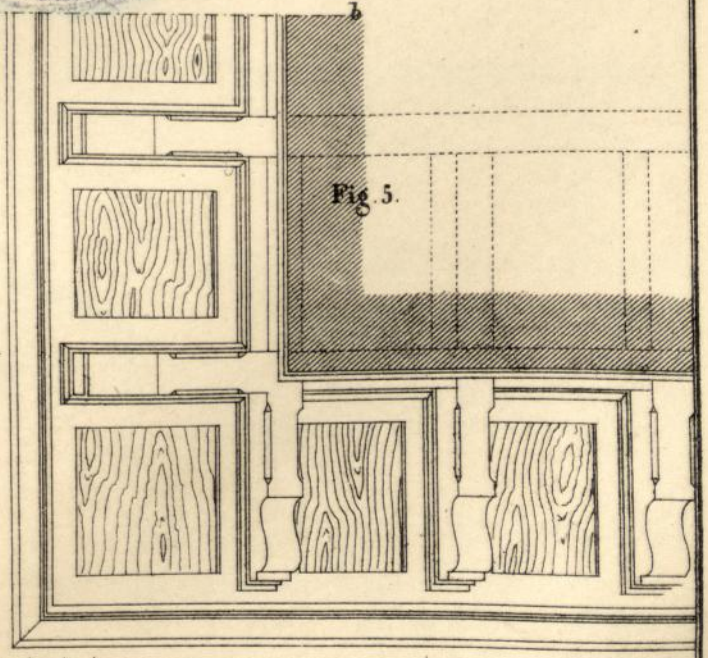


Fig. 5.

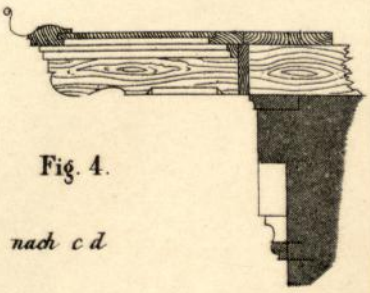
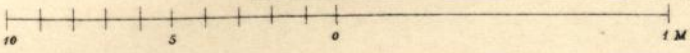


Fig. 4.

nach c d



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

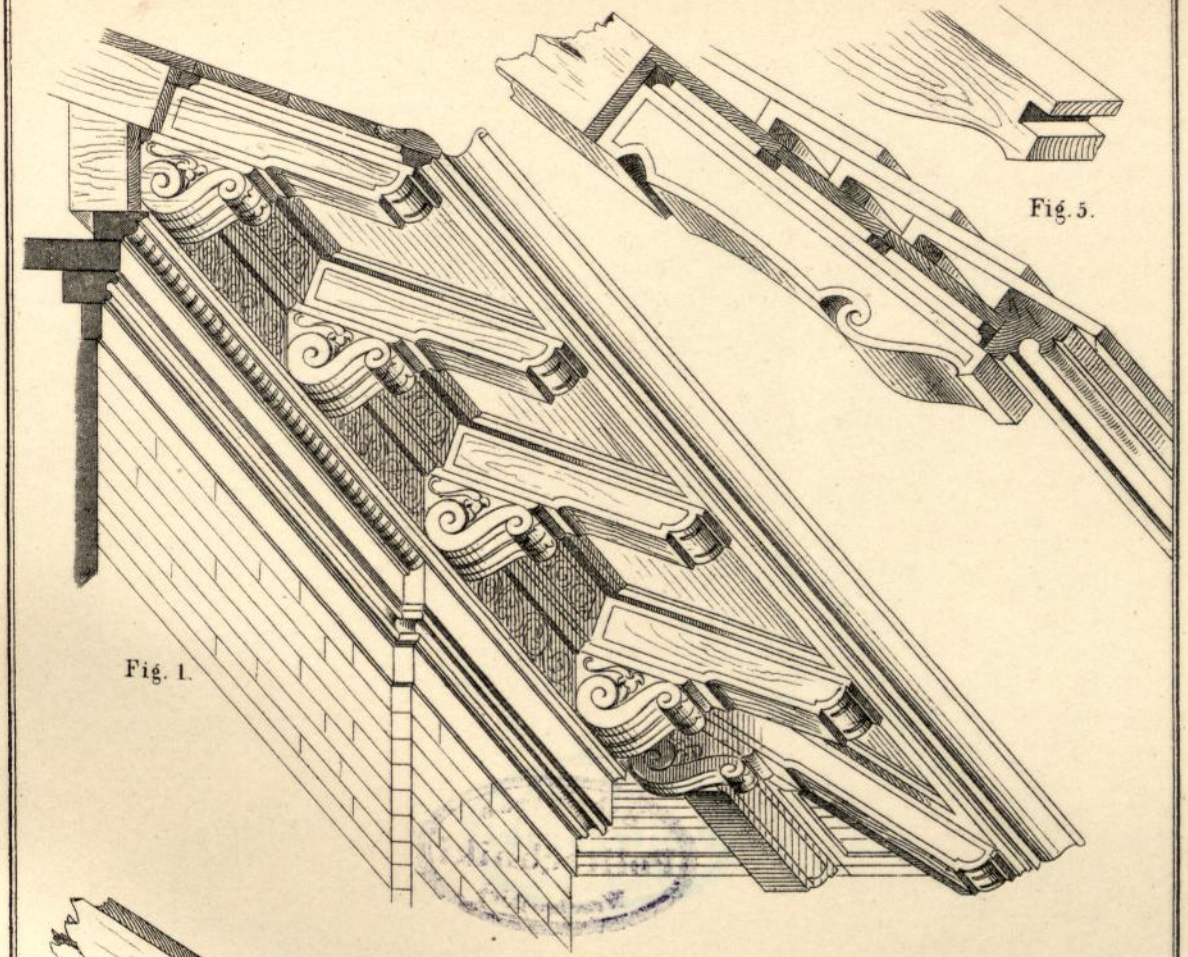


Fig. 1.

Fig. 5.

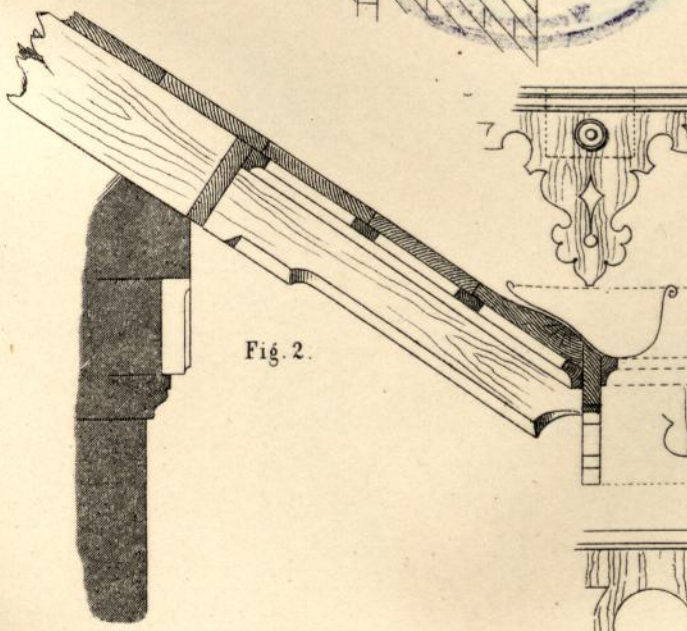


Fig. 2.

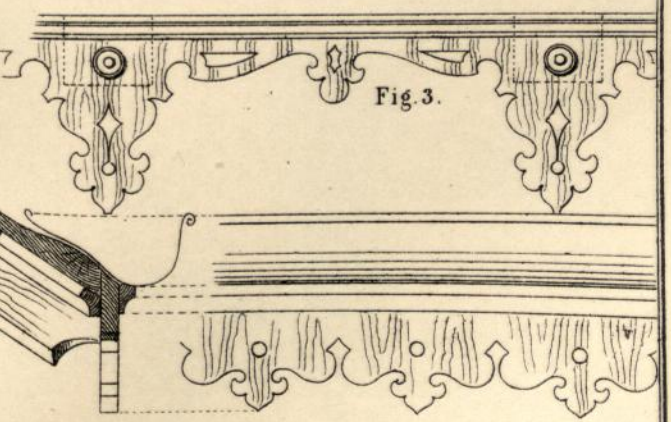


Fig. 3.

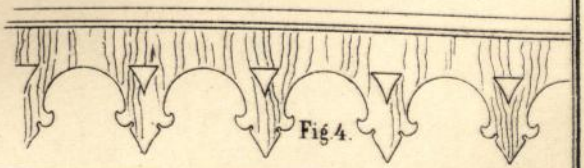
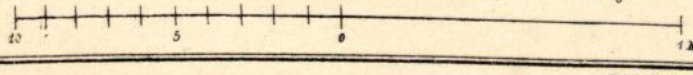


Fig. 4.

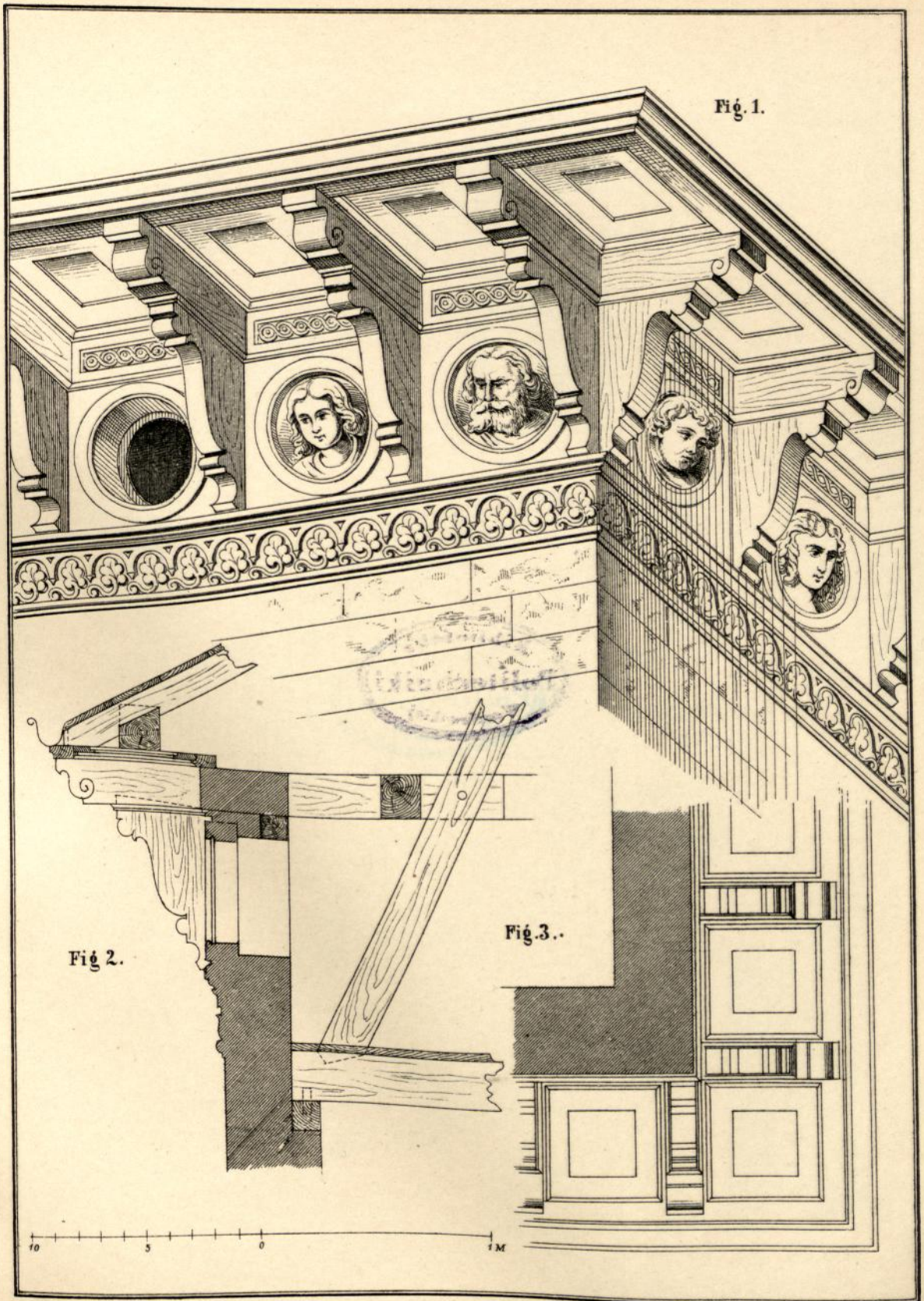


Breymann II. Holz (6. Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Warszawskiej

Taf. 77.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

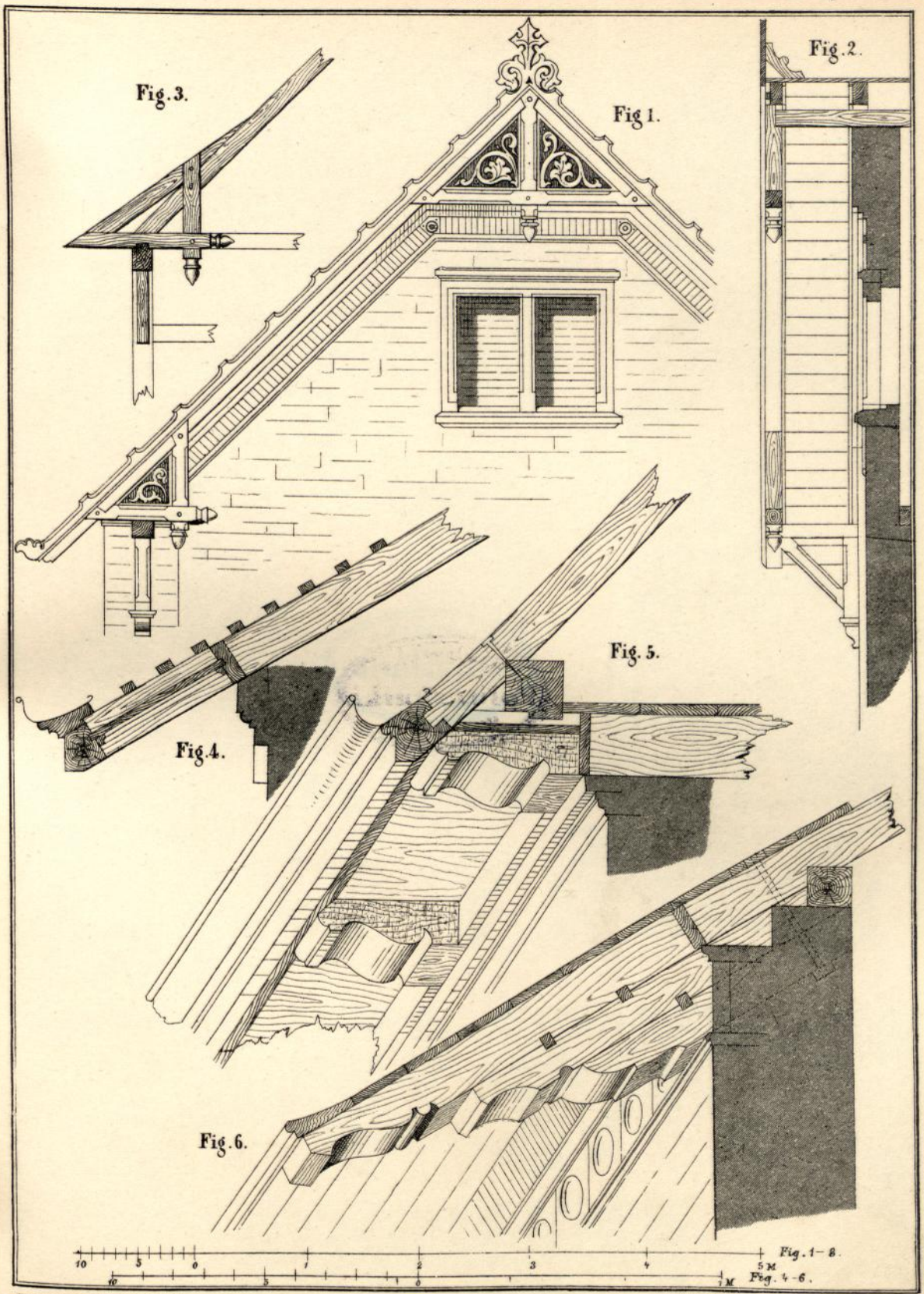
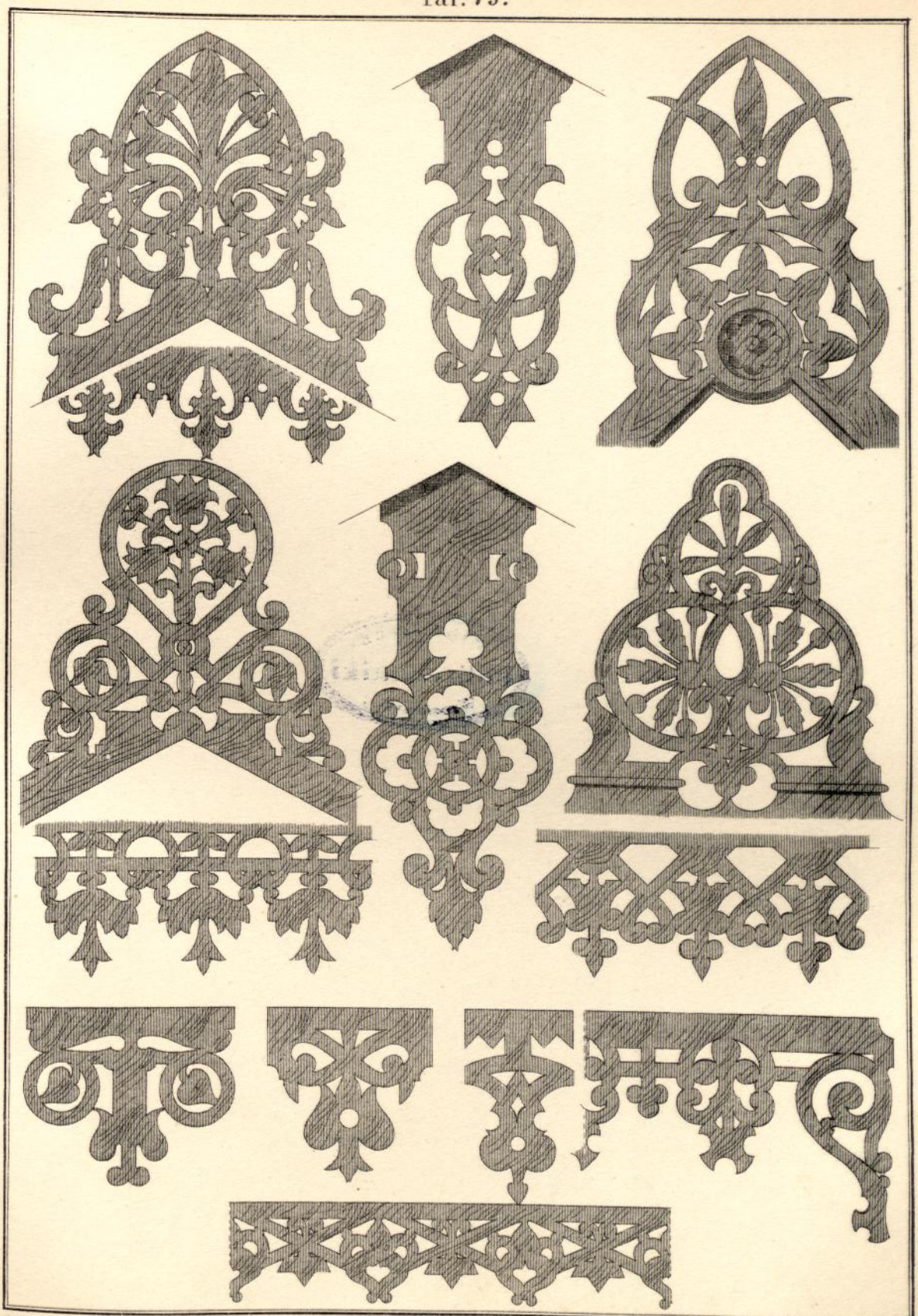


Fig. 3.
Fig 1.
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 1–3.
Fig. 4–6.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 3.
Schnitt c-d.

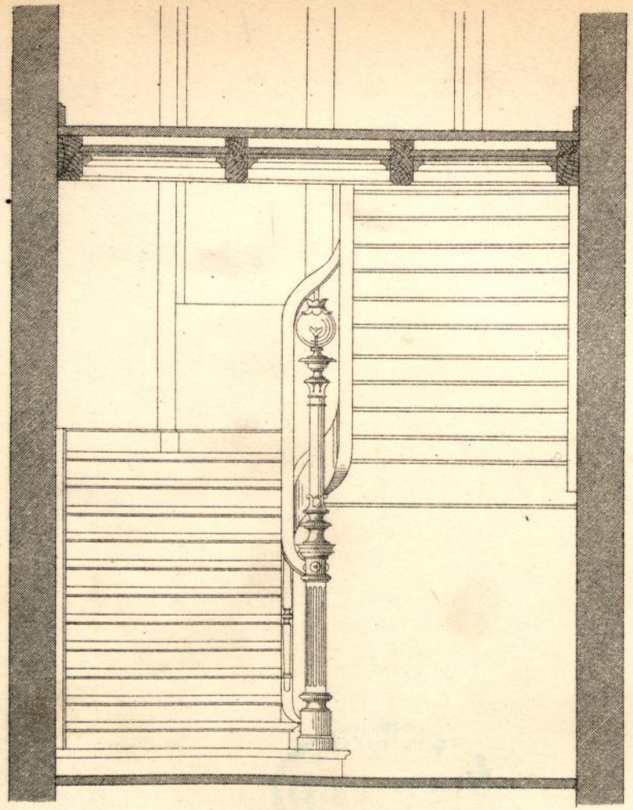
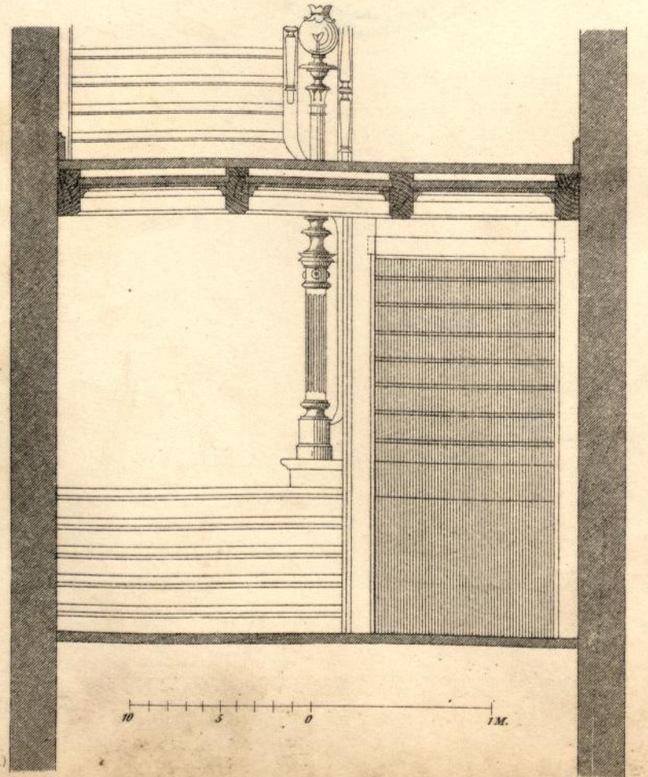


Fig. 4.
Schnitt f. g.



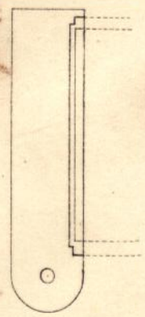
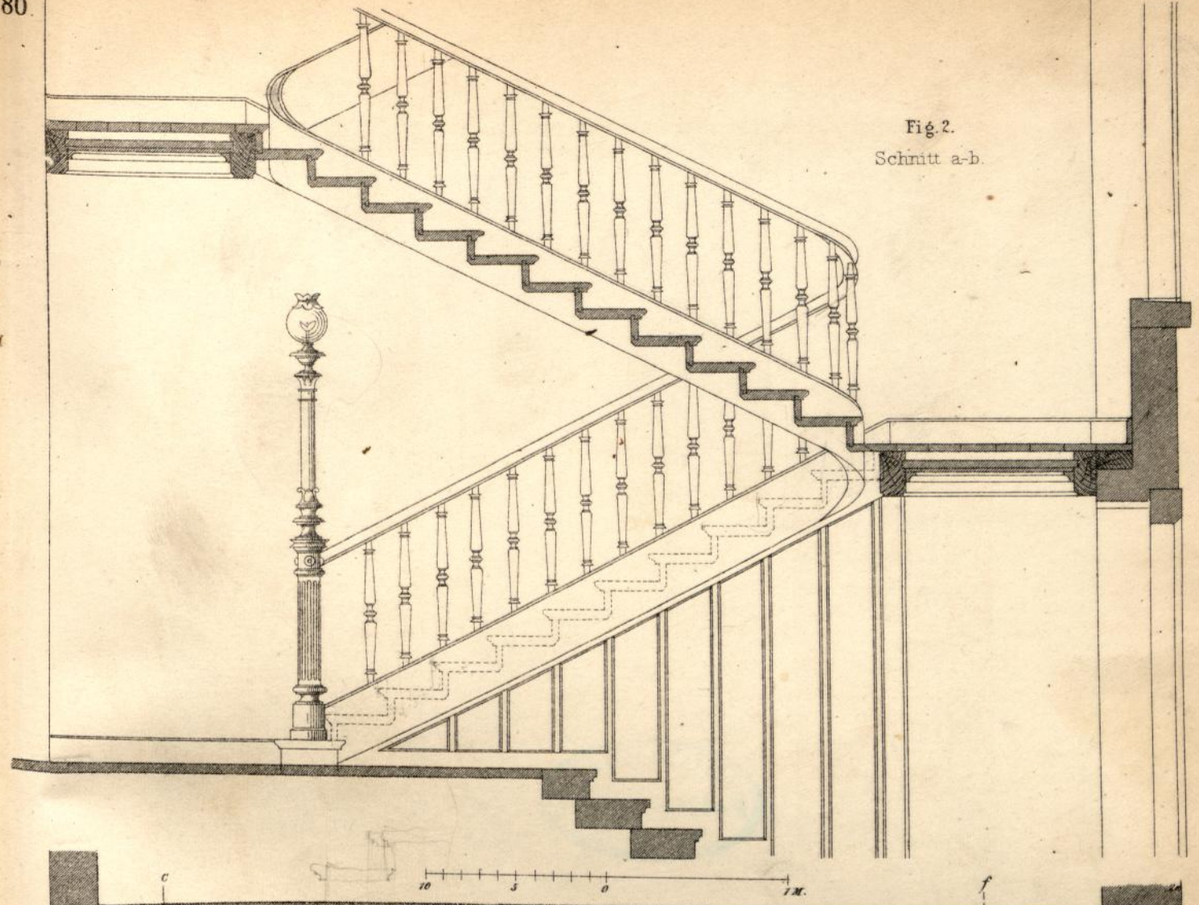


Fig. 2.
Schnitt a-b.



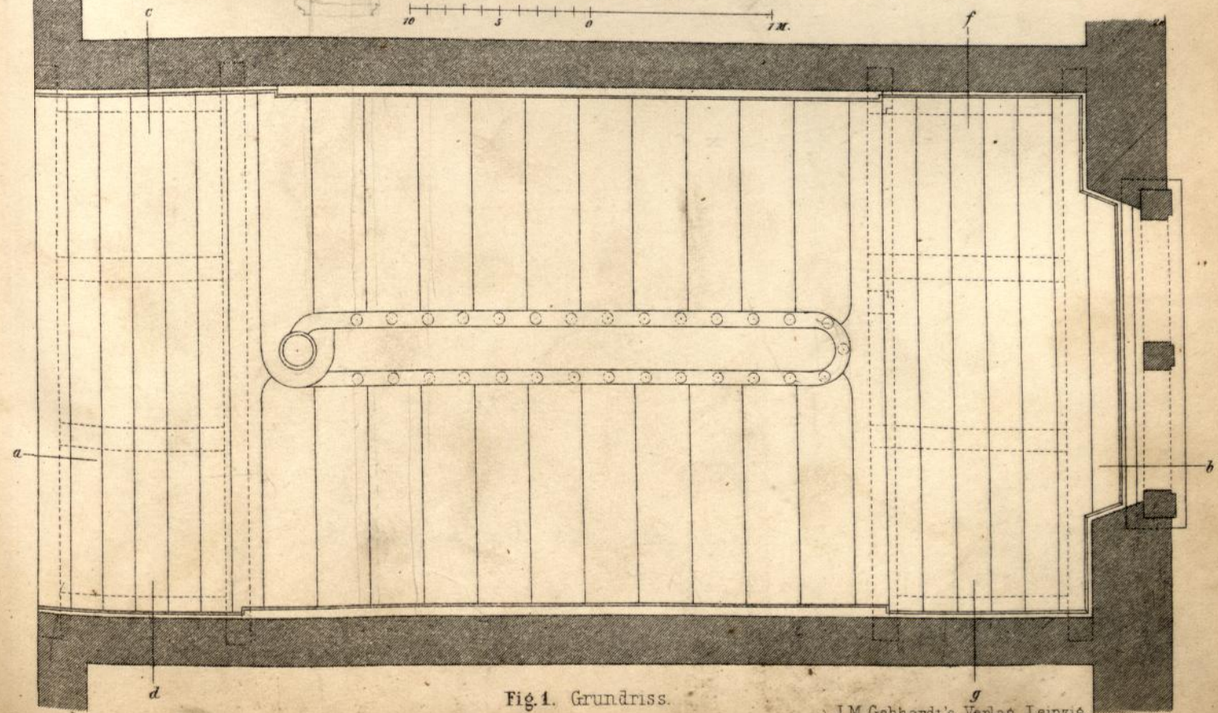


Fig. 1. Grundriss.

Breymann. II. Holz (6. Aufl.)
J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 81.

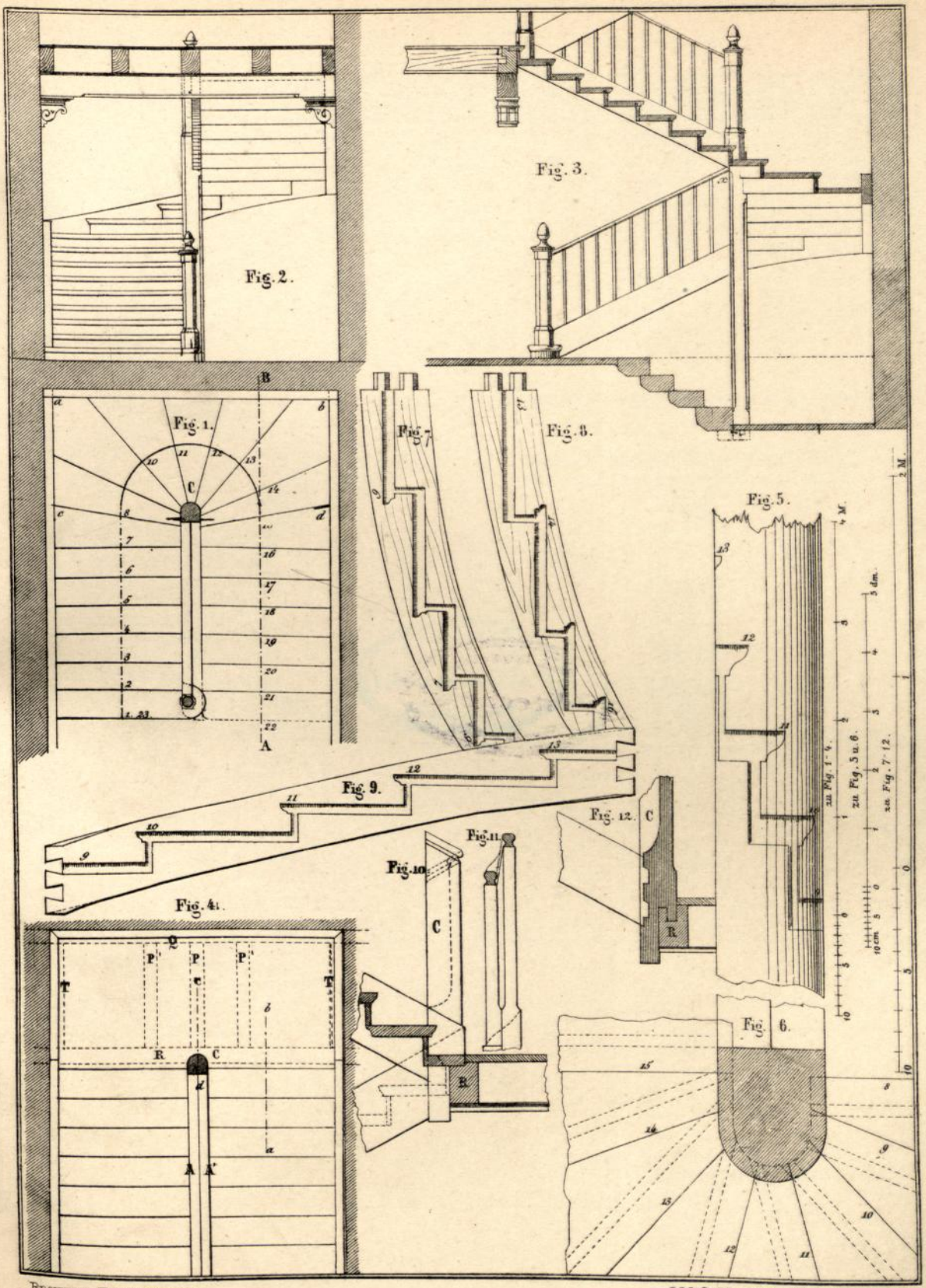
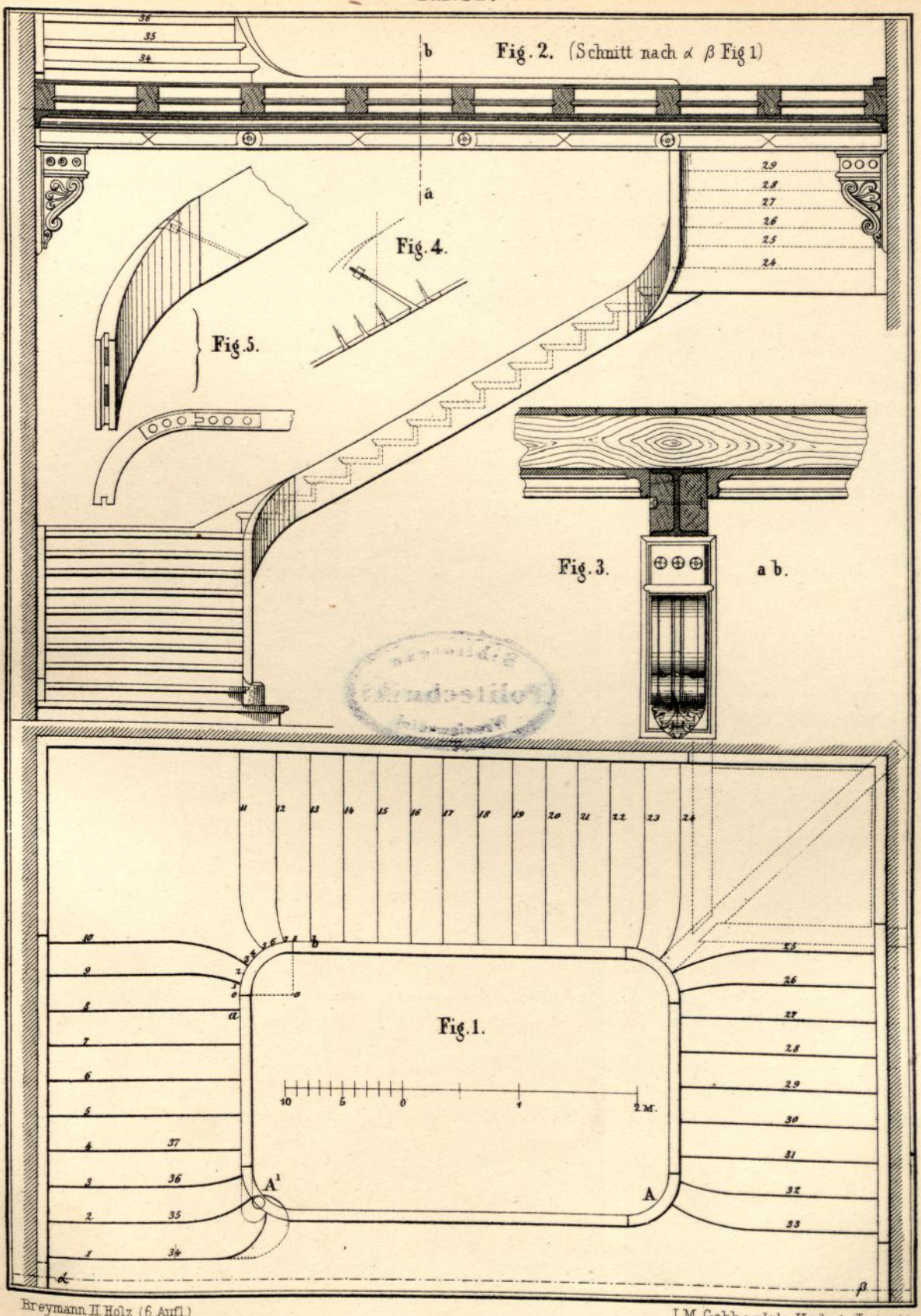


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 82.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 83.

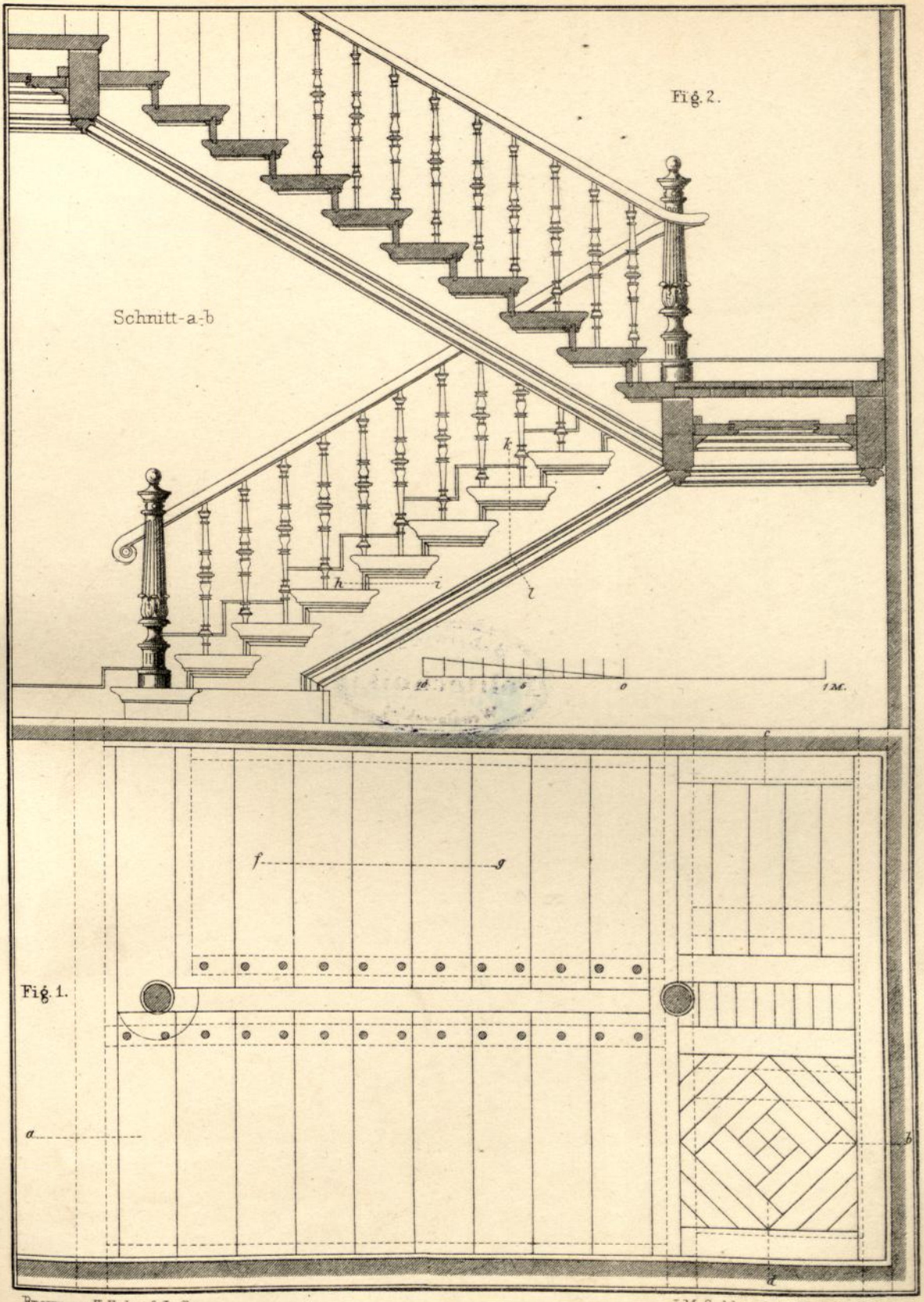
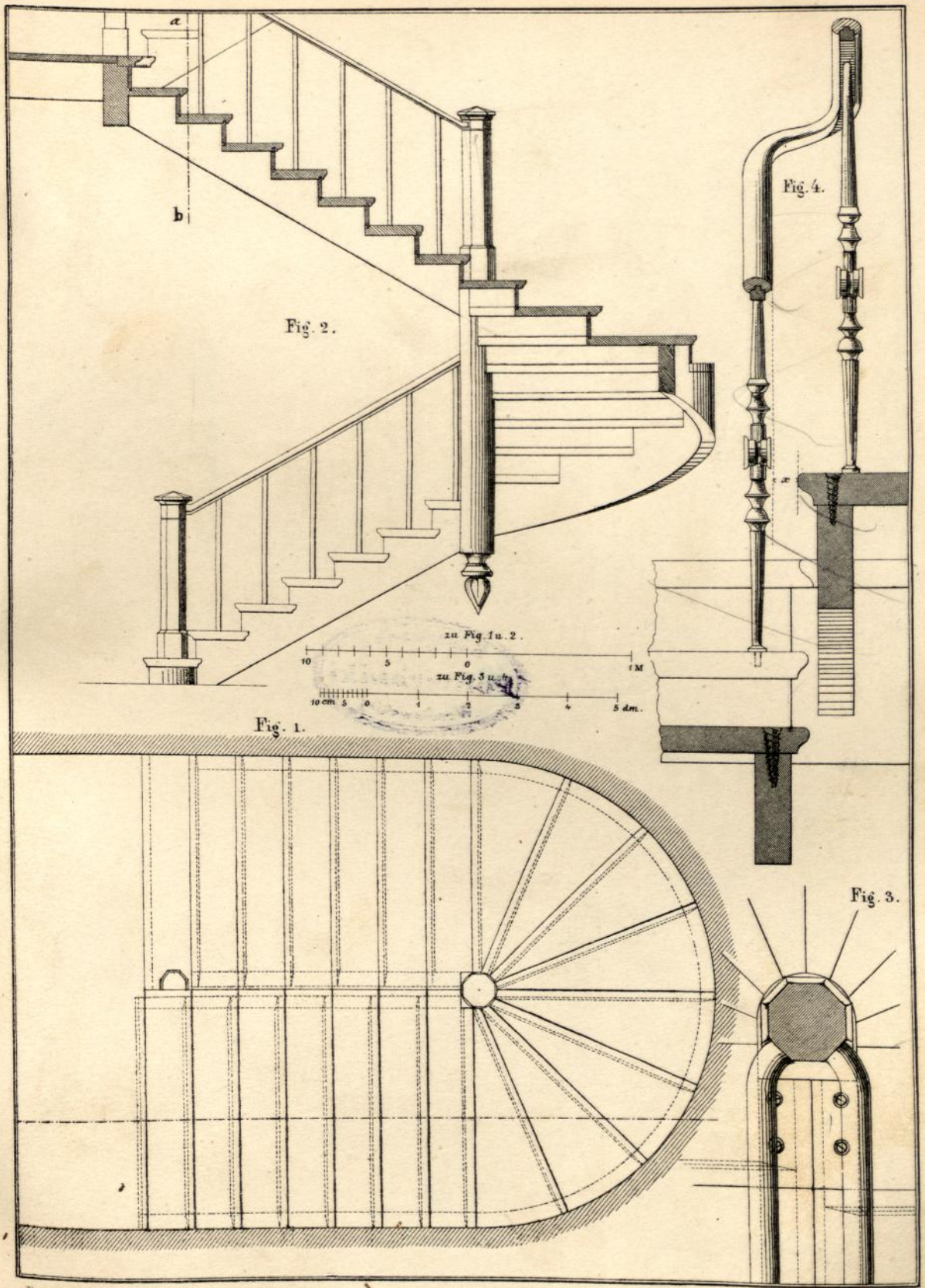


Fig. 1.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Tenat. 21.

Taf. 84.



Breymann II. Holz (6. Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

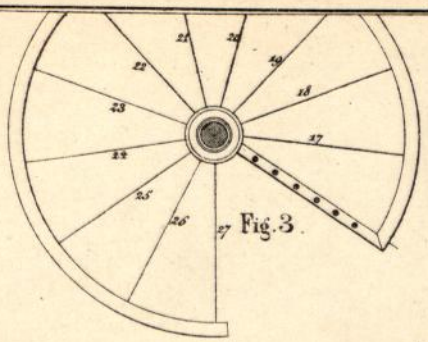


Fig. 3.

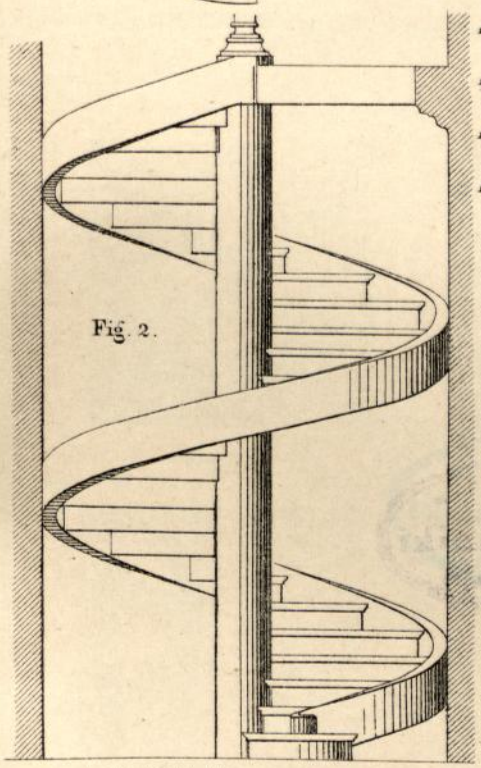
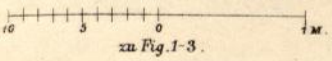


Fig. 2.



zu Fig. 1-3.

Fig. 1.

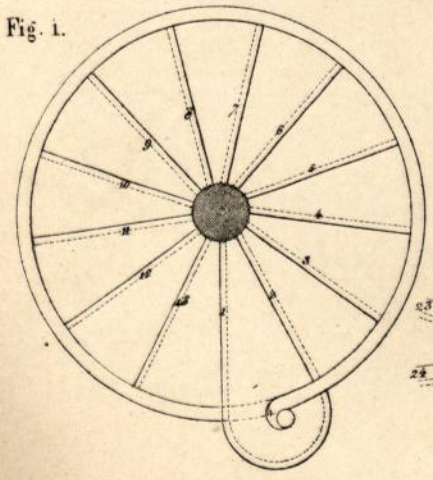
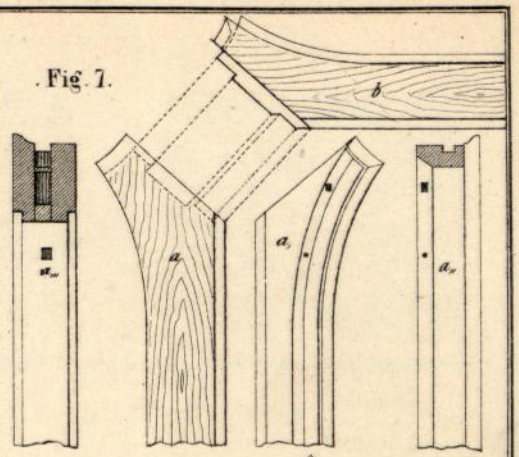


Fig. 4.

Fig. 7.



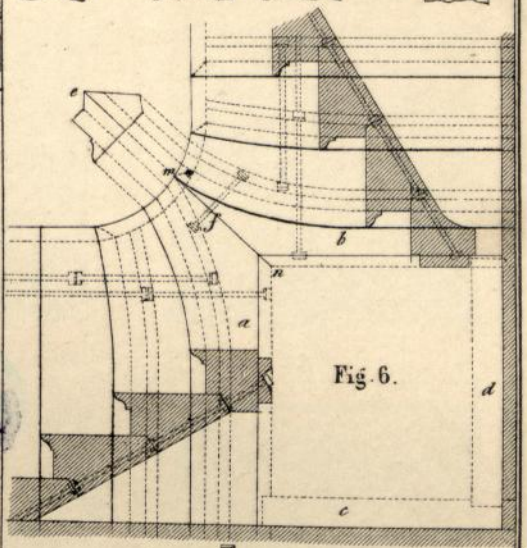


Fig. 6.

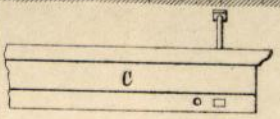
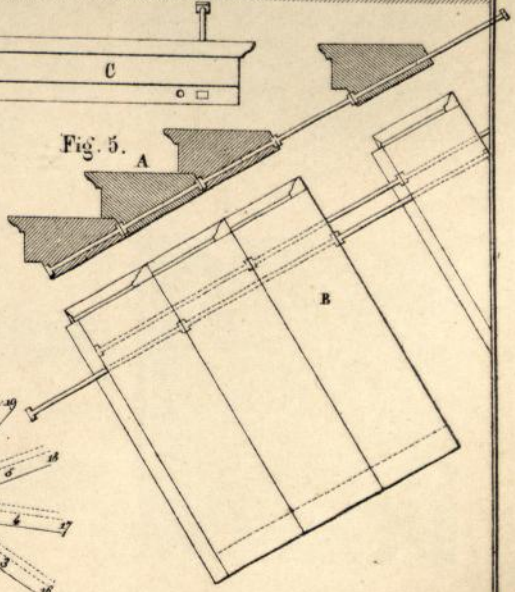
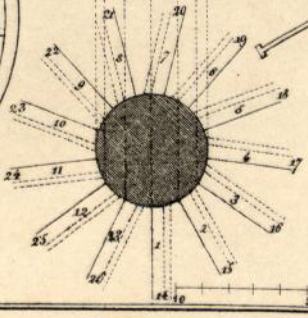


Fig. 5.





zu Fig. 5-7.

Breymann. II. Holz (6. Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 86.

Fig. 1.

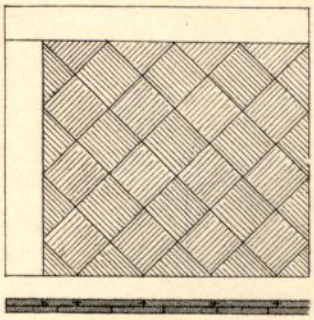


Fig. 2.

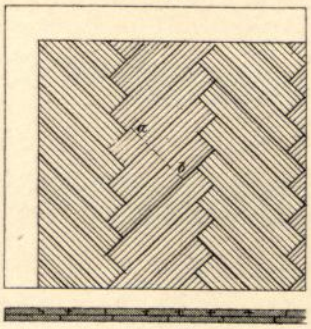


Fig. 3.

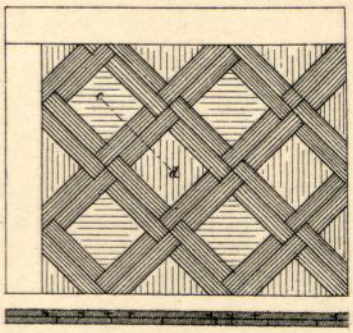


Fig. 4.

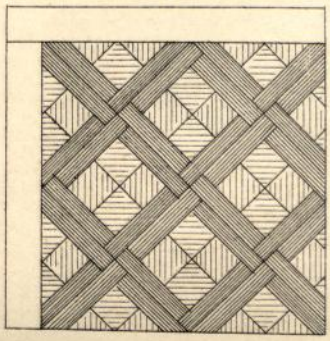


Fig. 5.

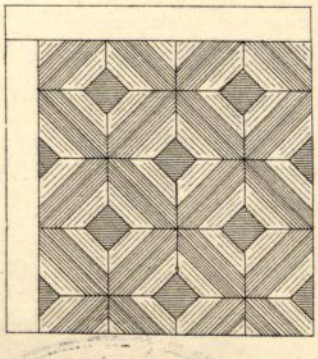


Fig. 6.

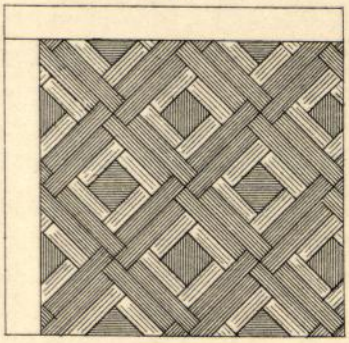


Fig. 7.

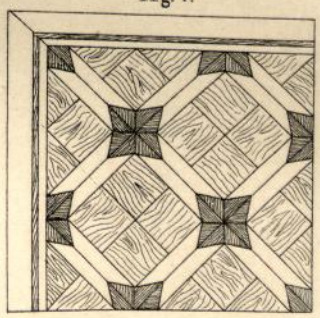


Fig. 8.

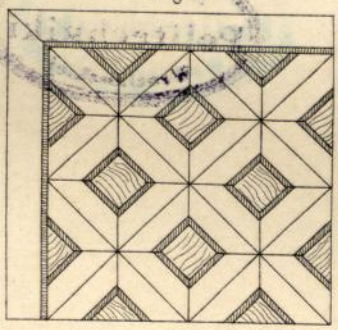


Fig. 9.

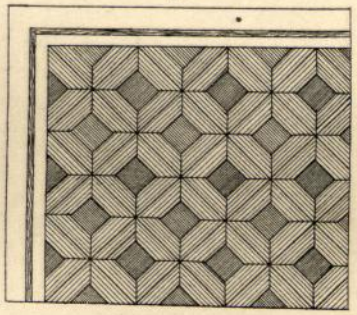
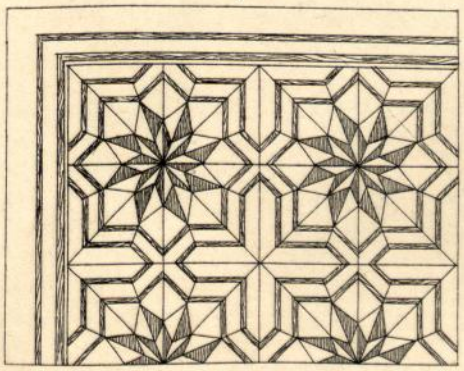
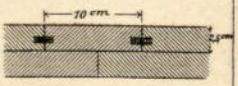


Fig. 10.



Schnitt a–b.

Fig. 2.



Schnitt c–d.

Fig. 3.

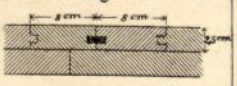
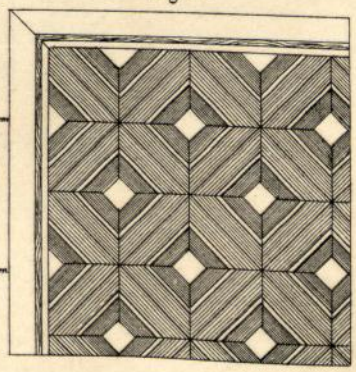
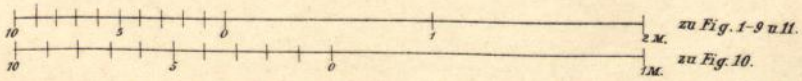
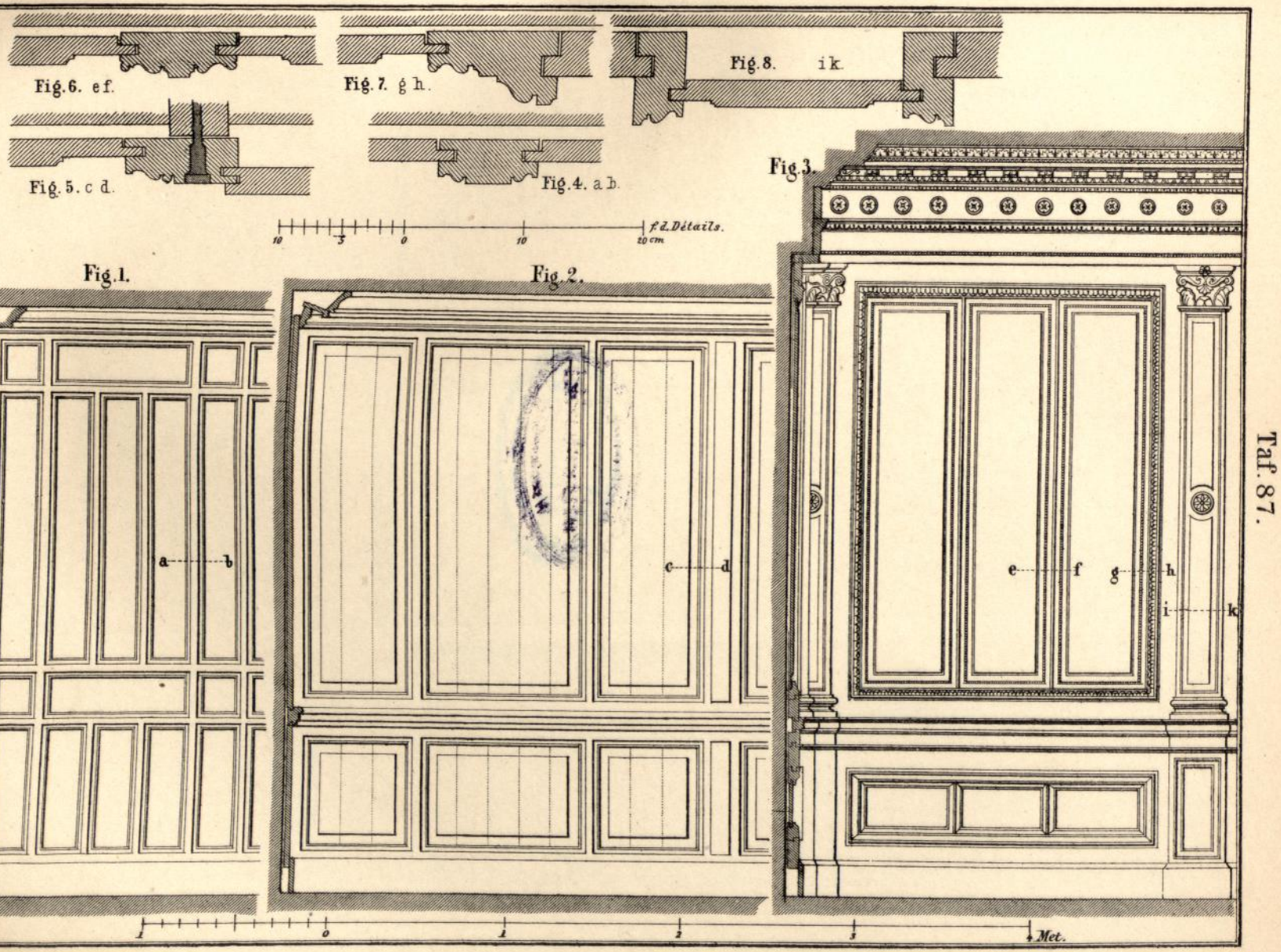


Fig. 11.





Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej



Breymann, II. Holz (6. Aufl.)
J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 88.

Fig. 1.

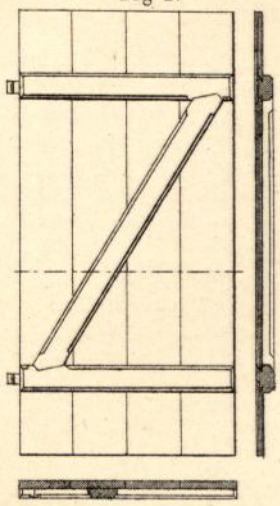


Fig. 2.

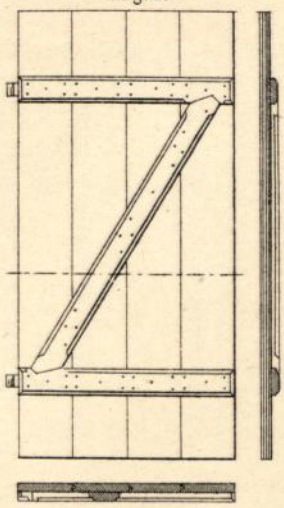


Fig. 3.

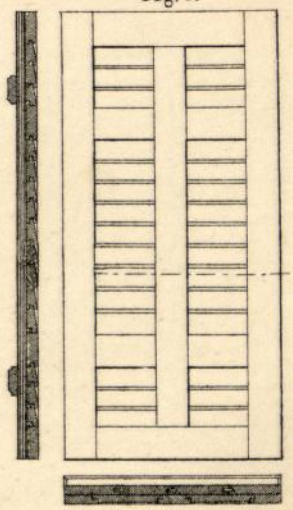


Fig. 7.

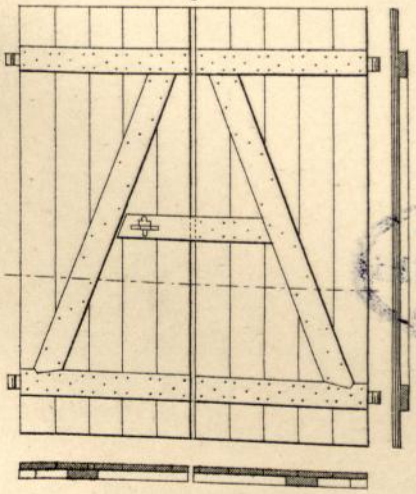


Fig. 4.

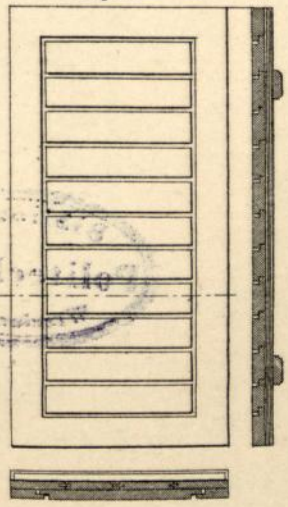


Fig. 5.

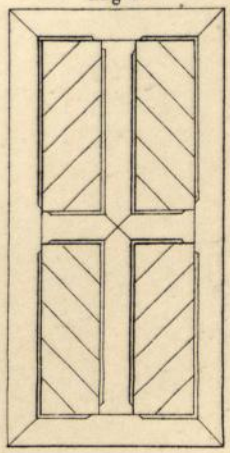


Fig. 8.

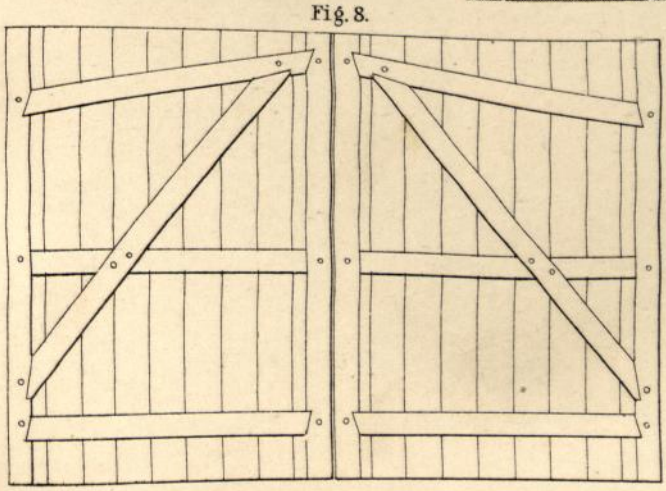
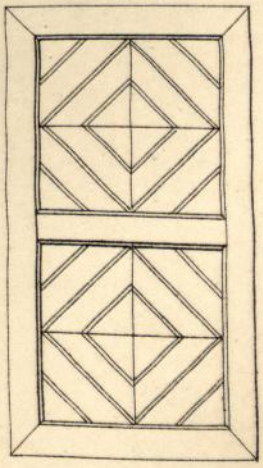
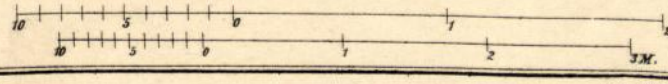


Fig. 6.





Taf. 89.

Fig. 1.

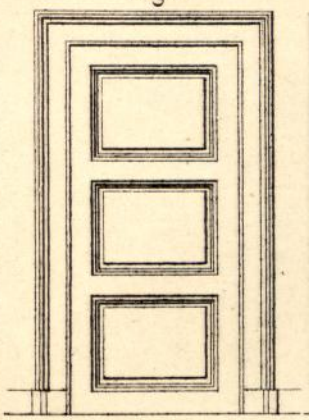


Fig. 2.

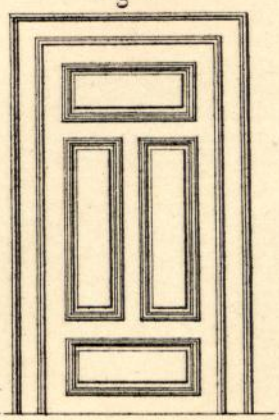


Fig. 3.

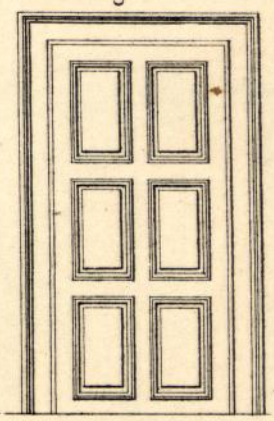


Fig. 4.

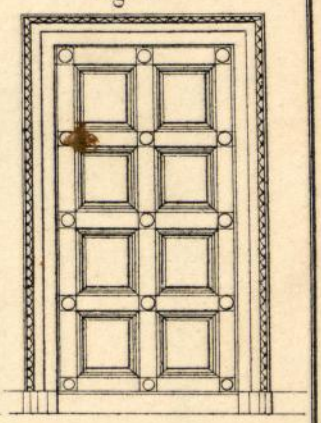


Fig. 5.

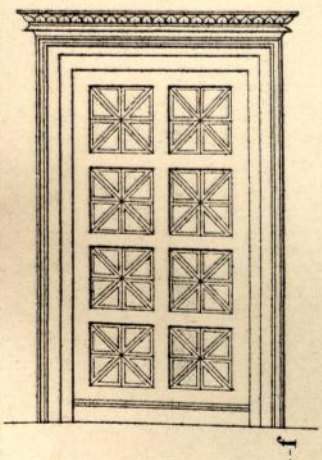


Fig. 6.

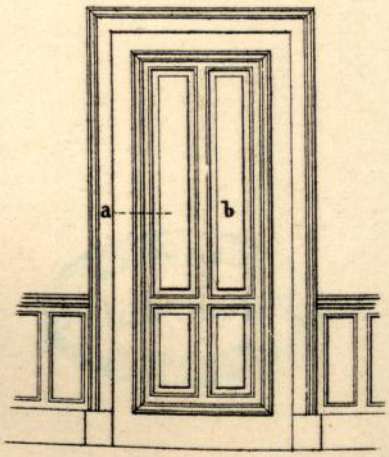


Fig. 7.

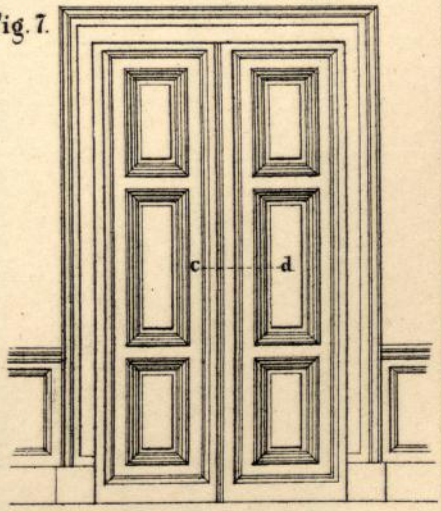


Fig. 8.

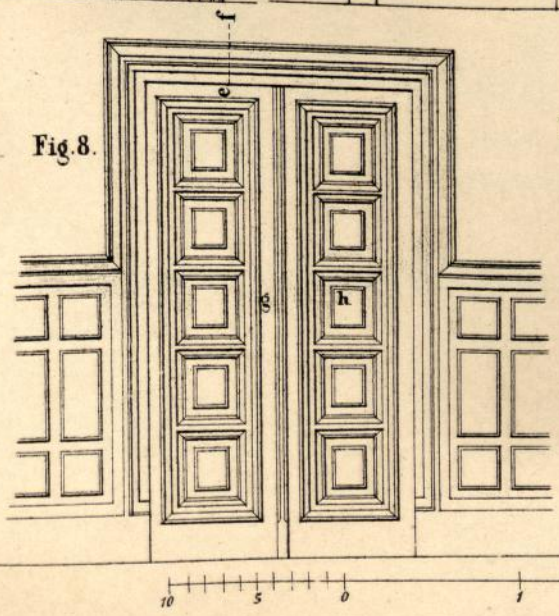
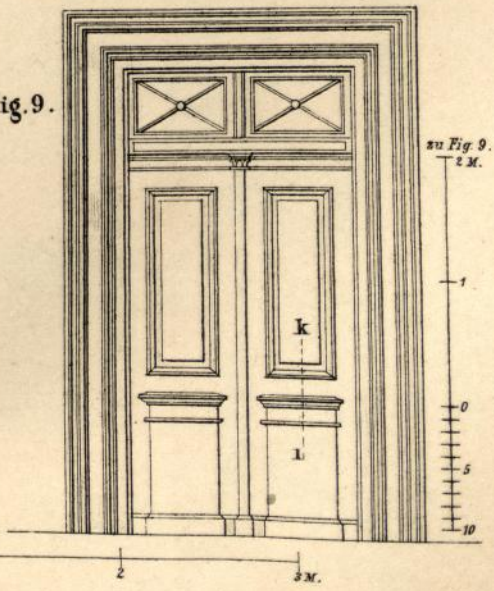
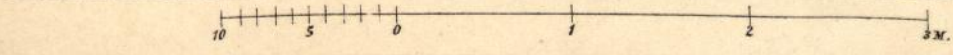


Fig. 9.





Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

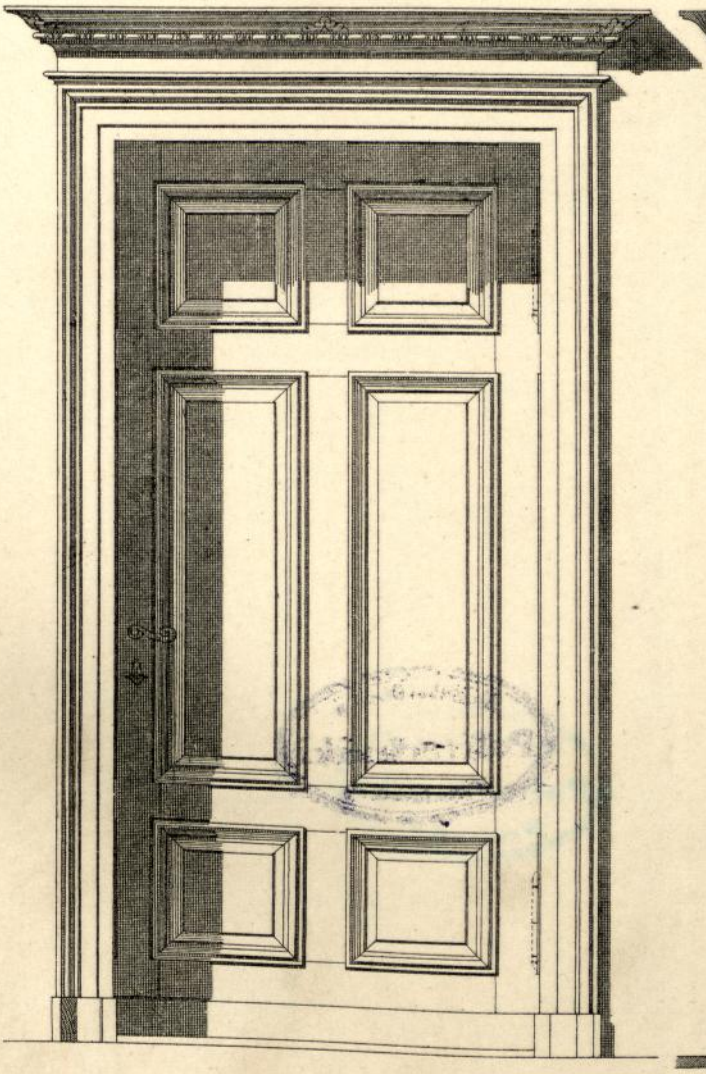
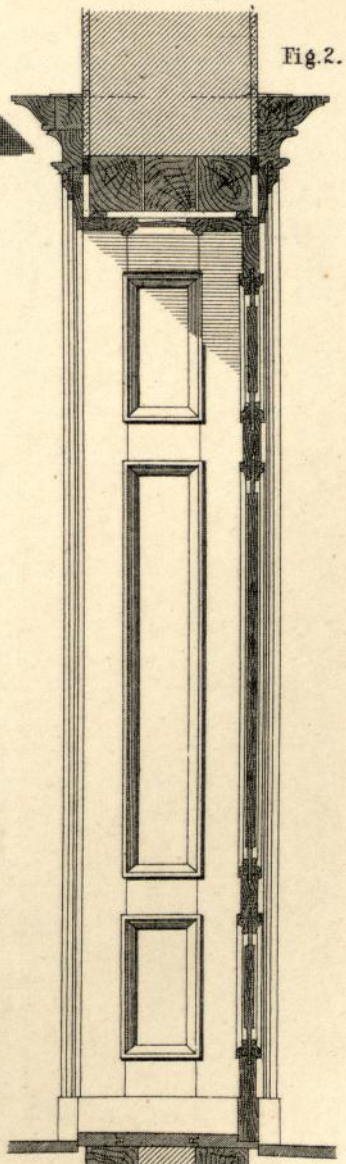


Fig. 2.



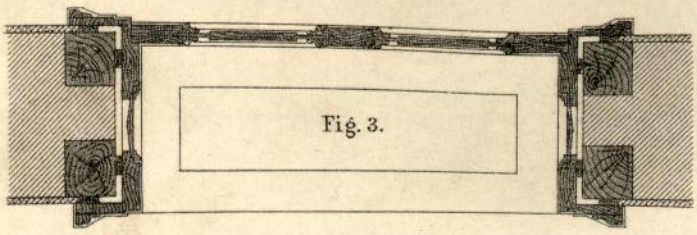
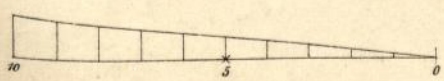


Fig. 3.



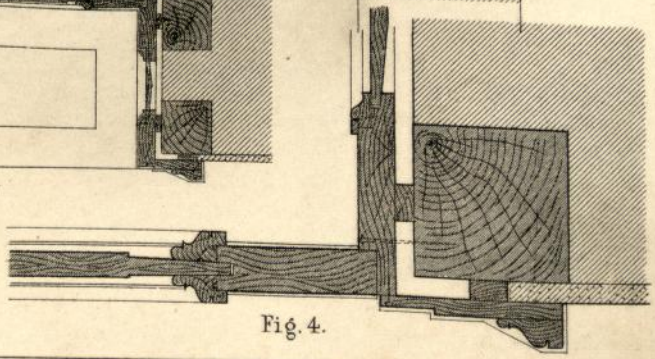


Fig. 4.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 91.

Fig. 1.

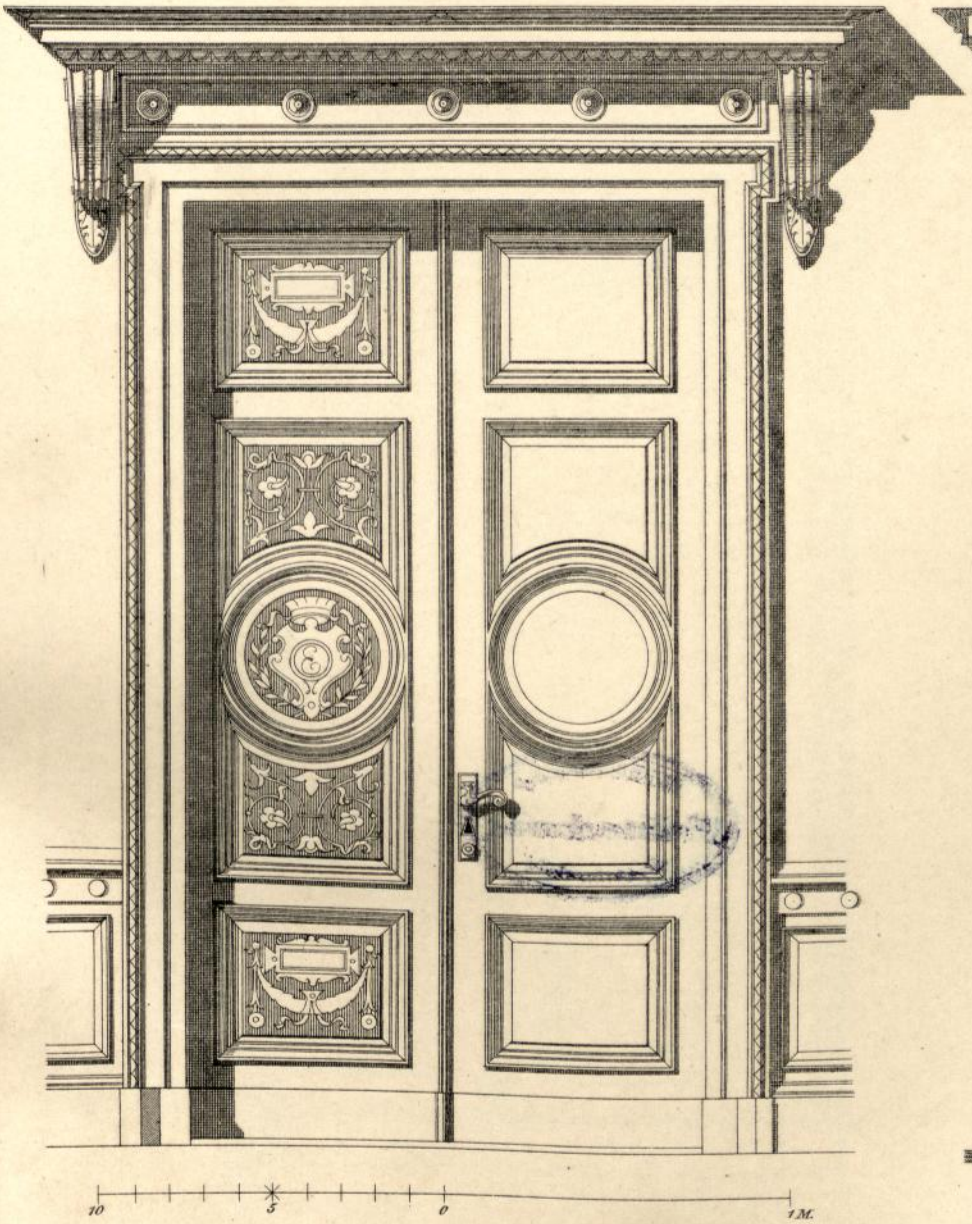
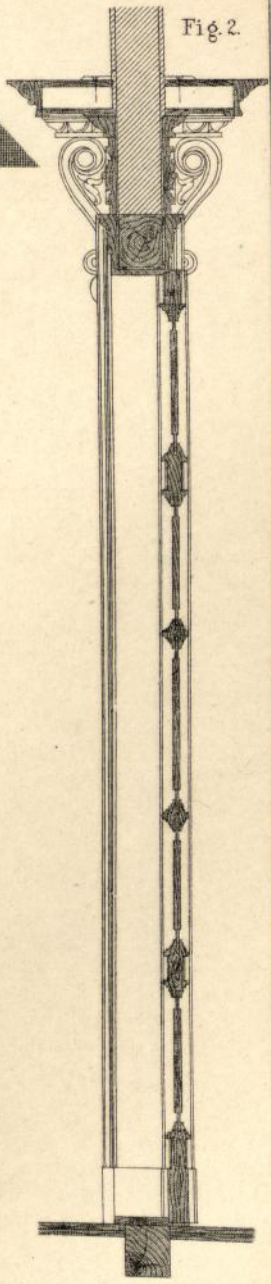


Fig. 2.



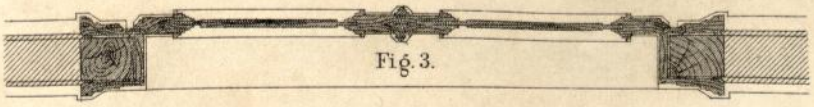


Fig. 3.

Fig. 4.

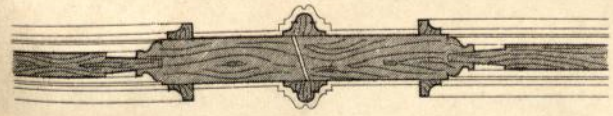
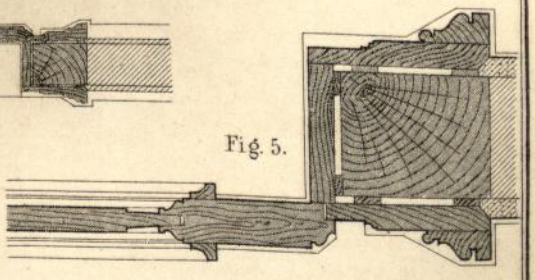


Fig. 5.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

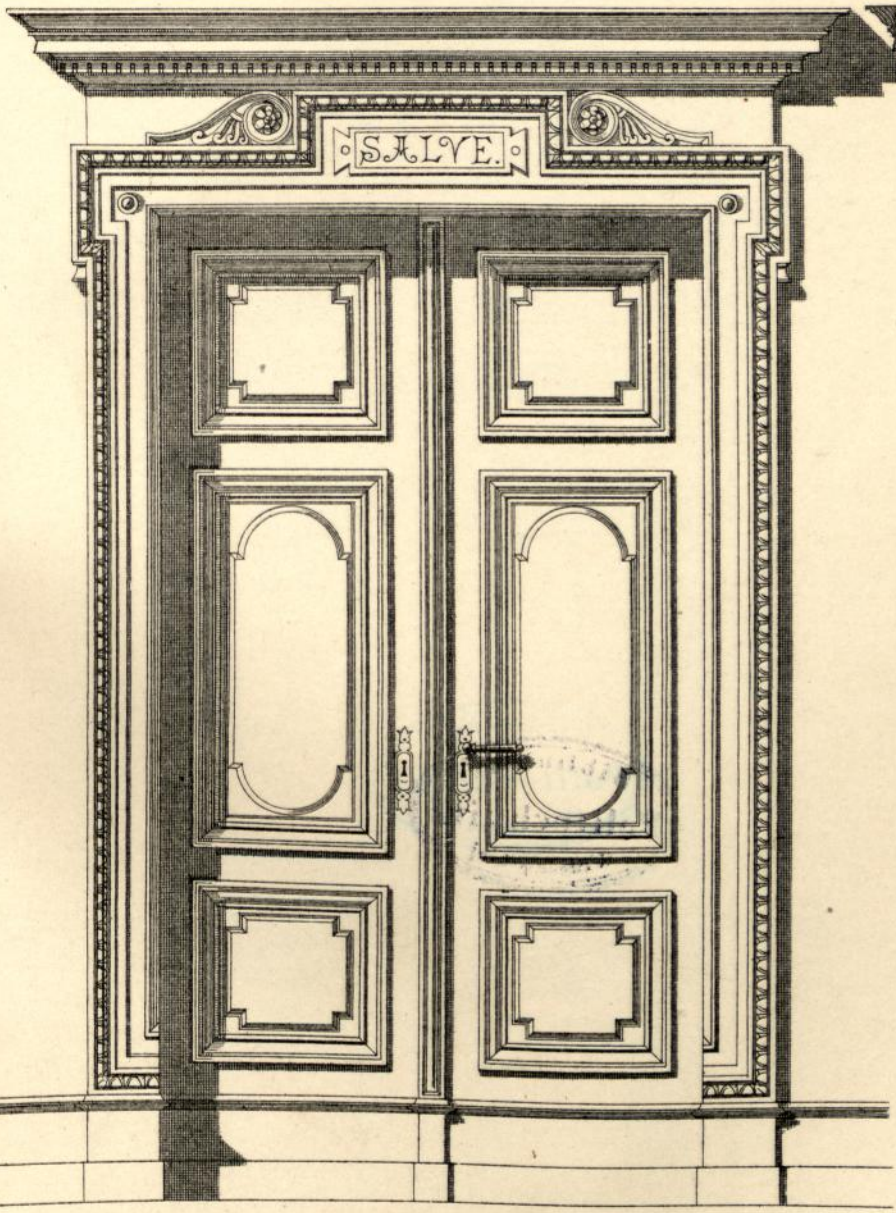


Fig. 2.

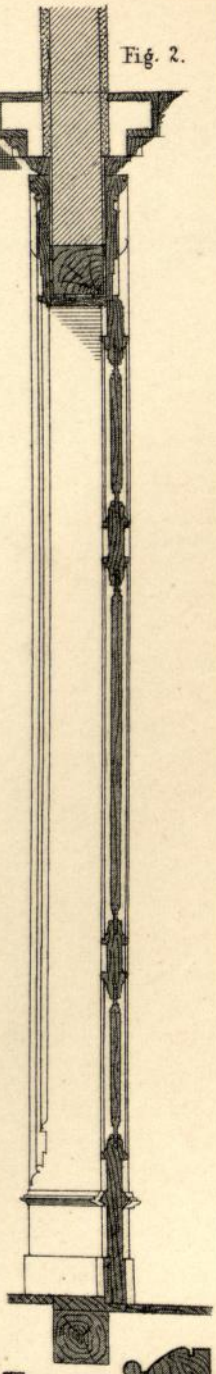


Fig. 3.

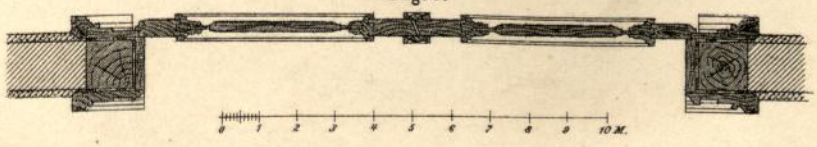


Fig. 4.

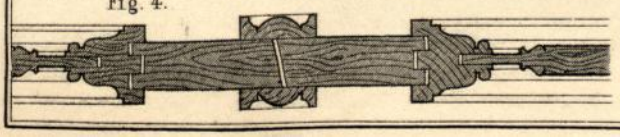
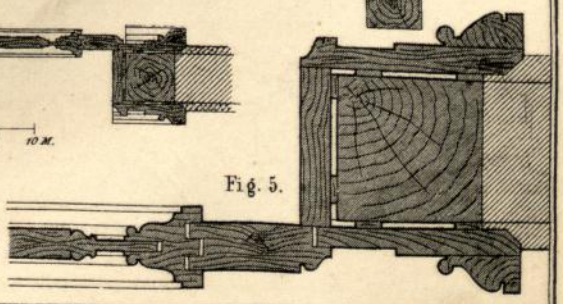


Fig. 5.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

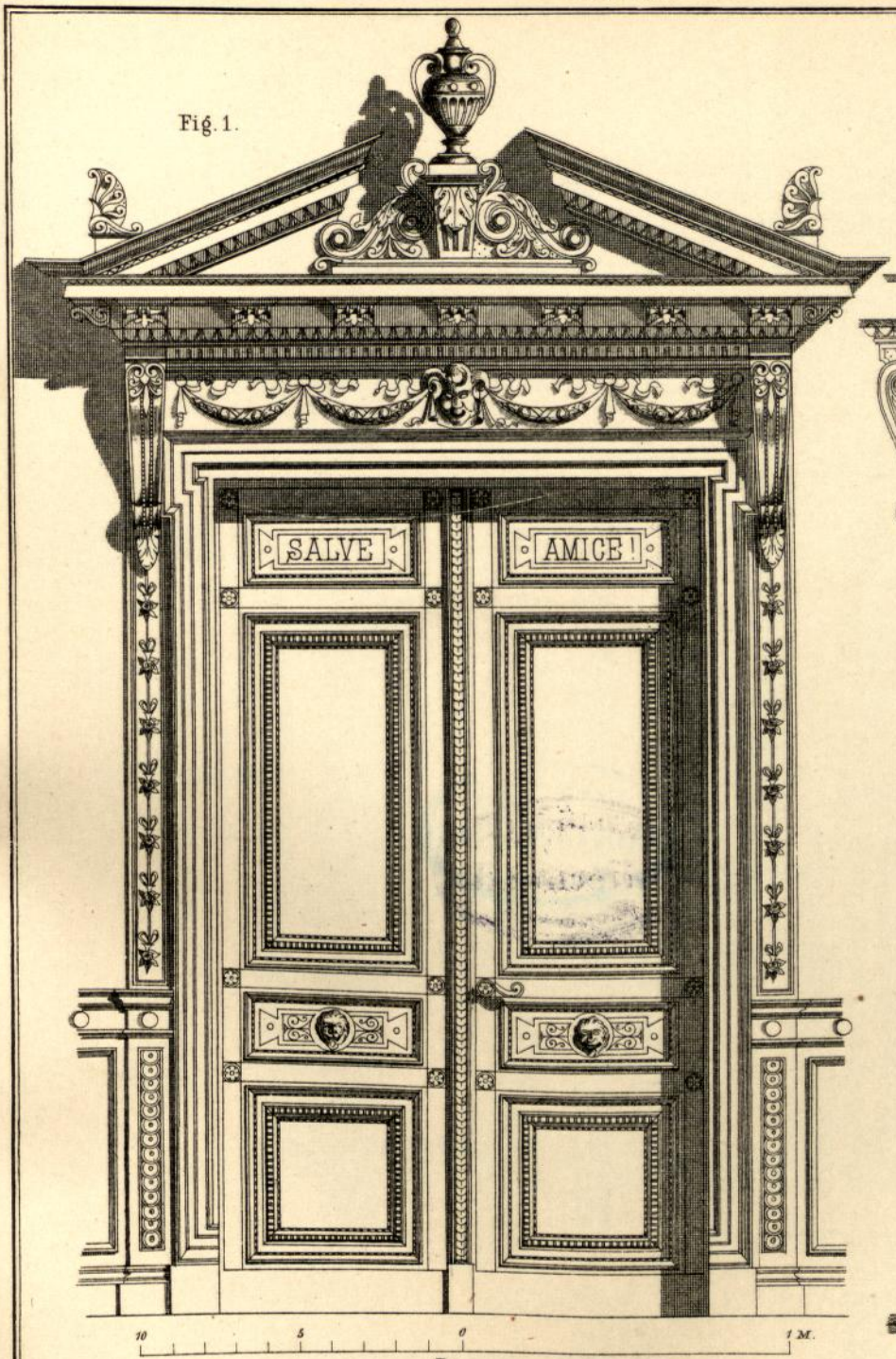


Fig. 2.

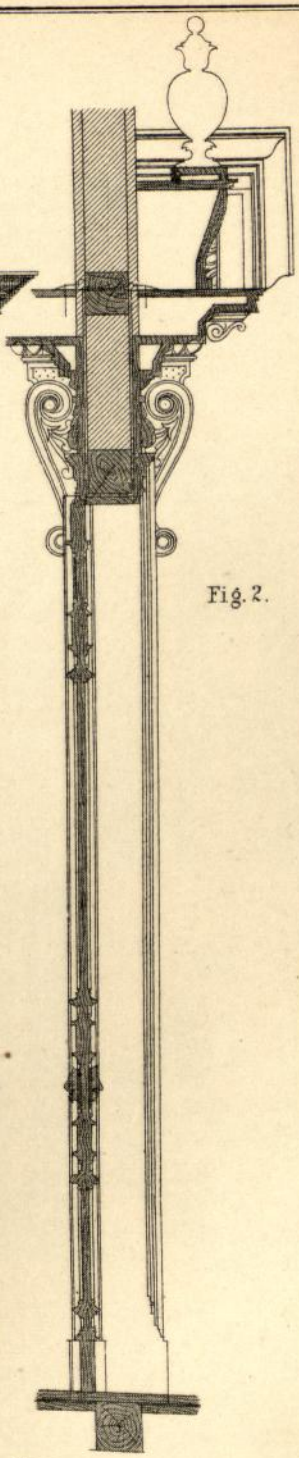


Fig. 5.

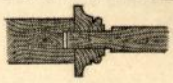


Fig. 4.

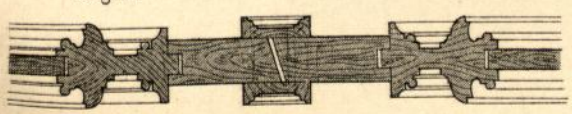
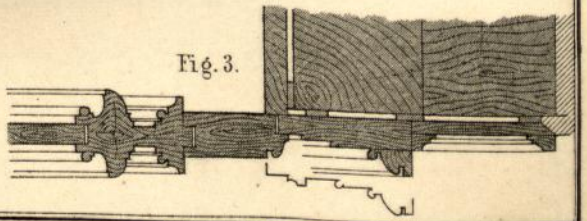


Fig. 3.



Breymann II Holz (6 Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 94.

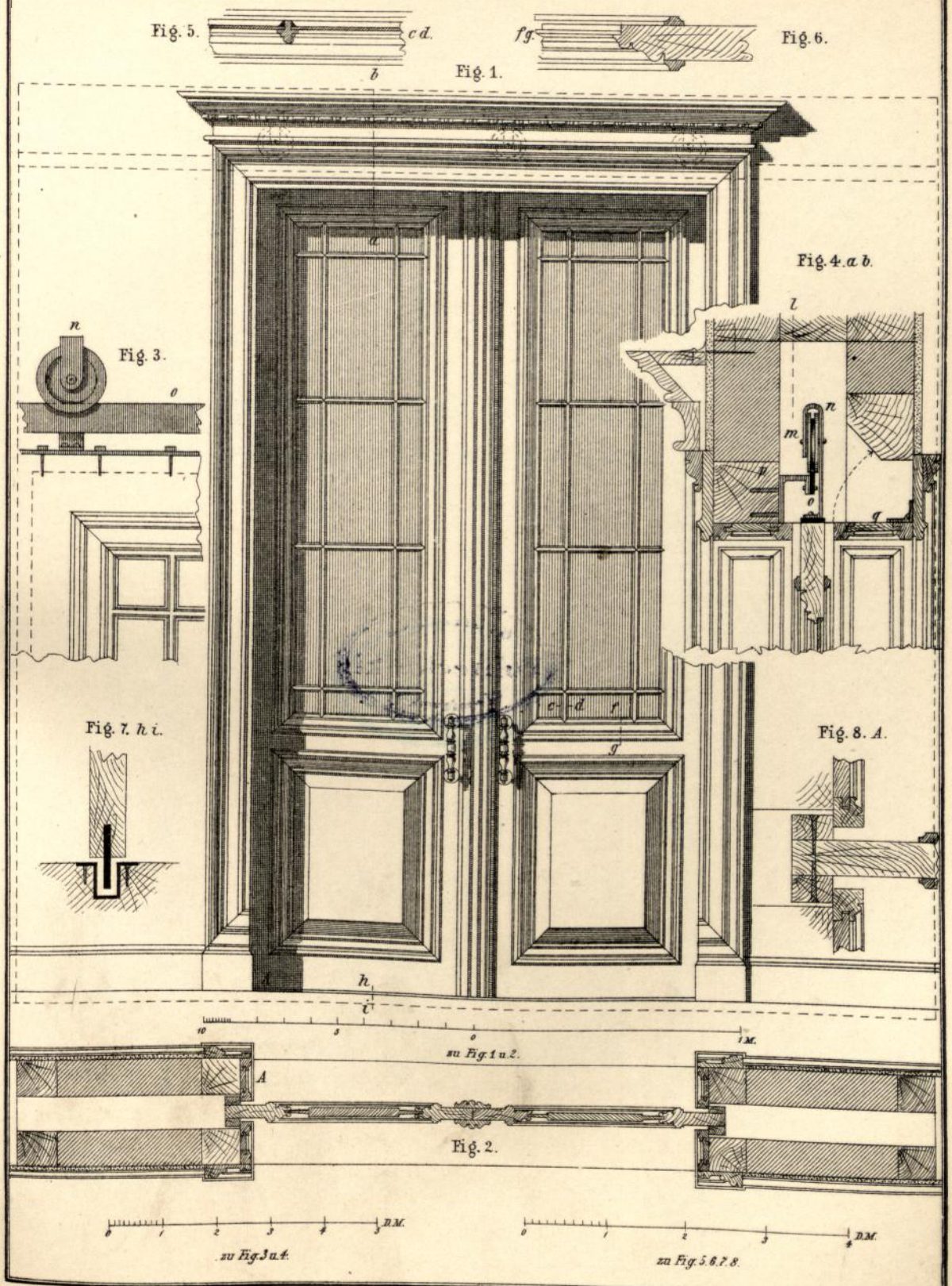
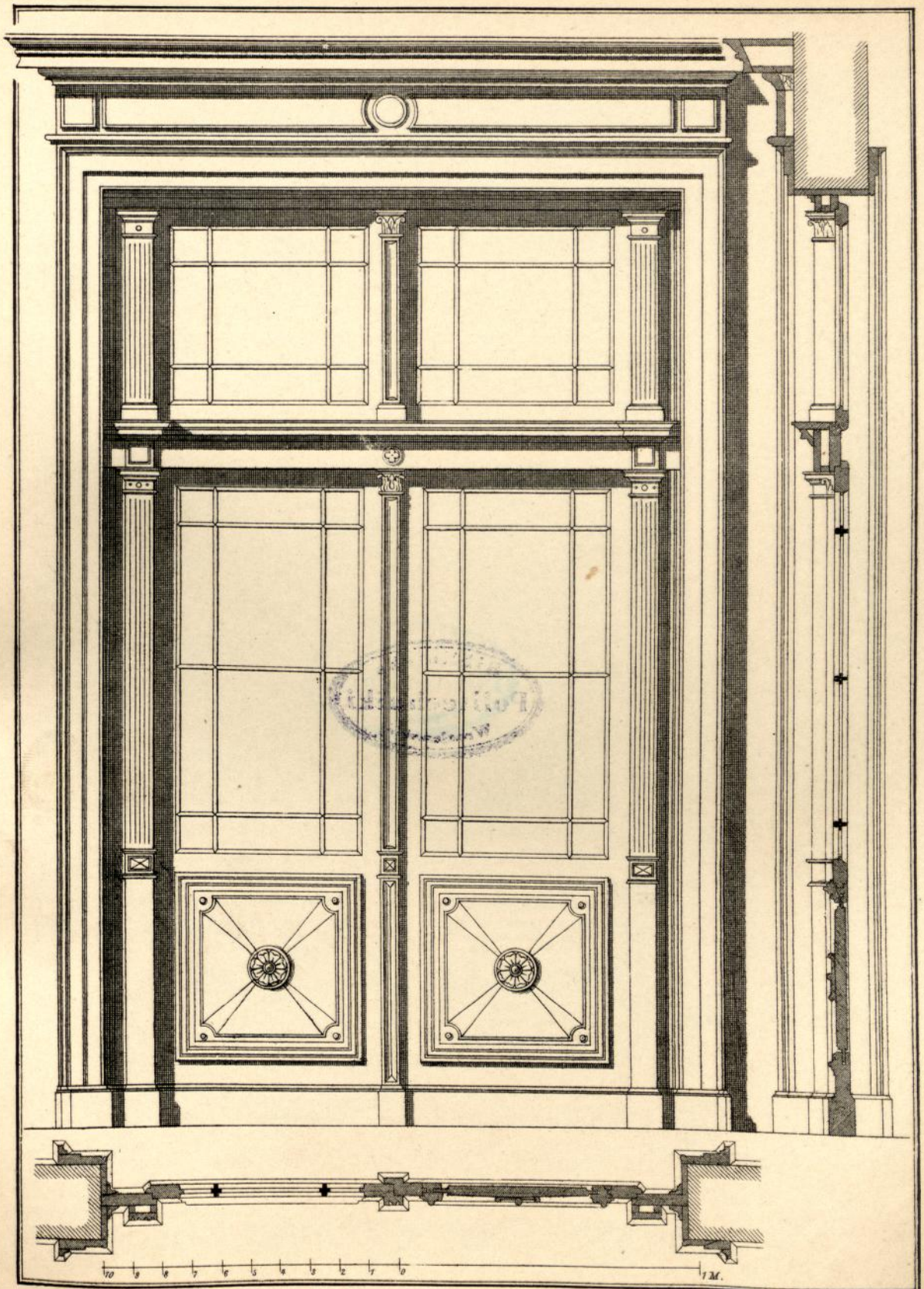


Fig. 5.
c d.
b
Fig. 1.
f g.
Fig. 6.
a
Fig. 4. a b.
l
n
m
o
q
Fig. 3.
n
o
Fig. 7. h i.
c
d
f
g
Fig. 8. A.
A
h
i
10
5
0
1 M.
zu Fig. 1 u. 2.
A
Fig. 2.
0
1
2
3
4
5 D.M.
zu Fig. 3 u. 4.
0
1
2
3
4 D.M.
zu Fig. 5. 6. 7. 8.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

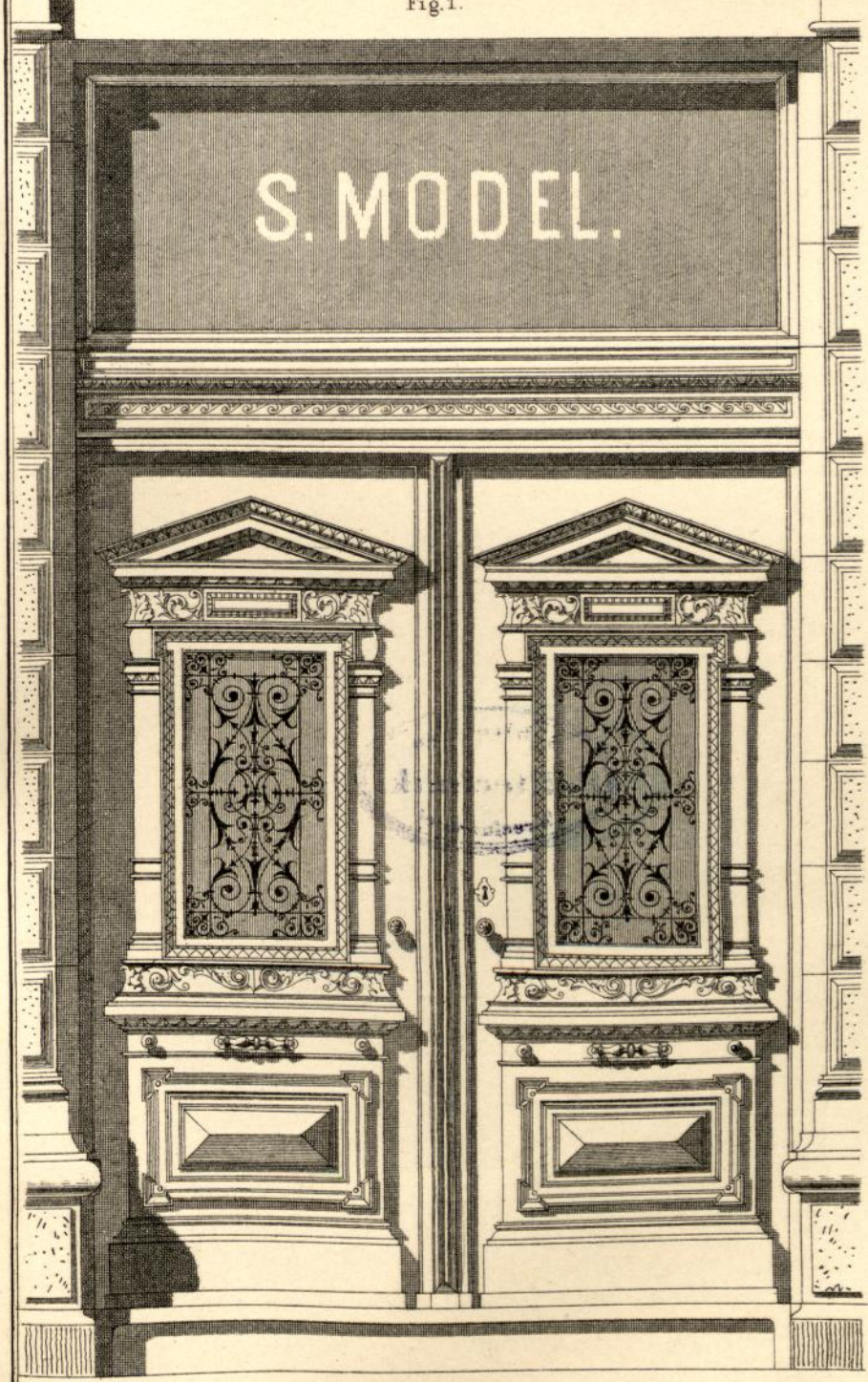
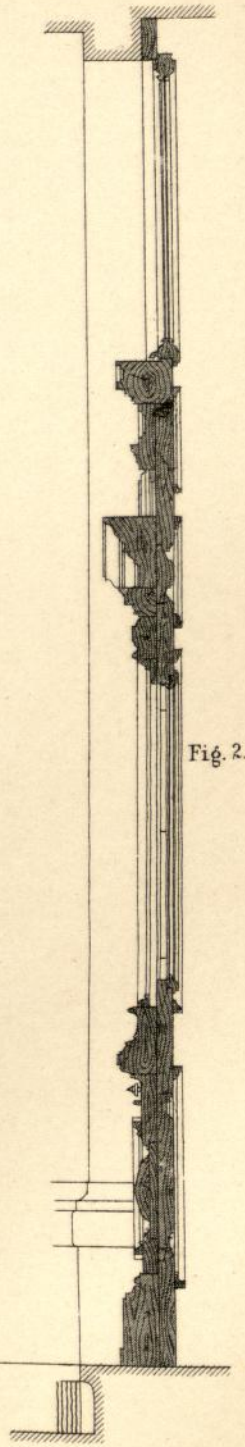


Fig. 2.



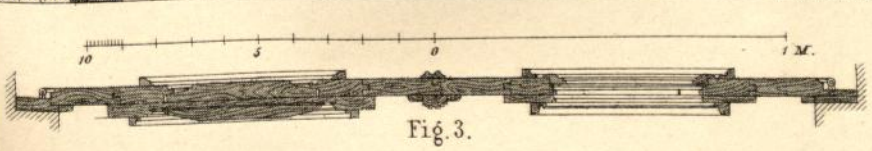


Fig. 3.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 4.

Fig. 3.

Fig. 1.

Fig. 7.

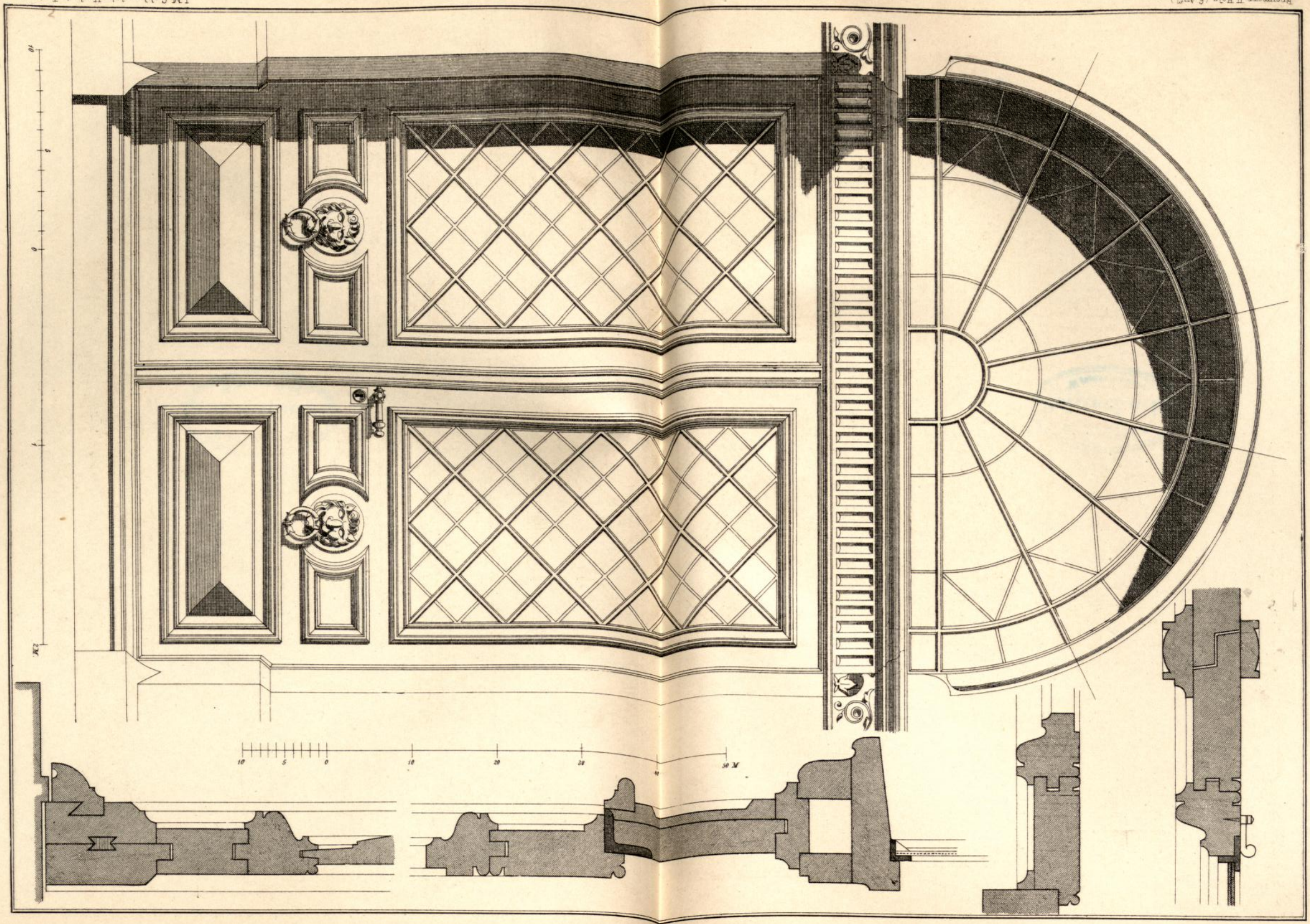
Fig. 6.

Fig. 2.

Fig. 5.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 99.

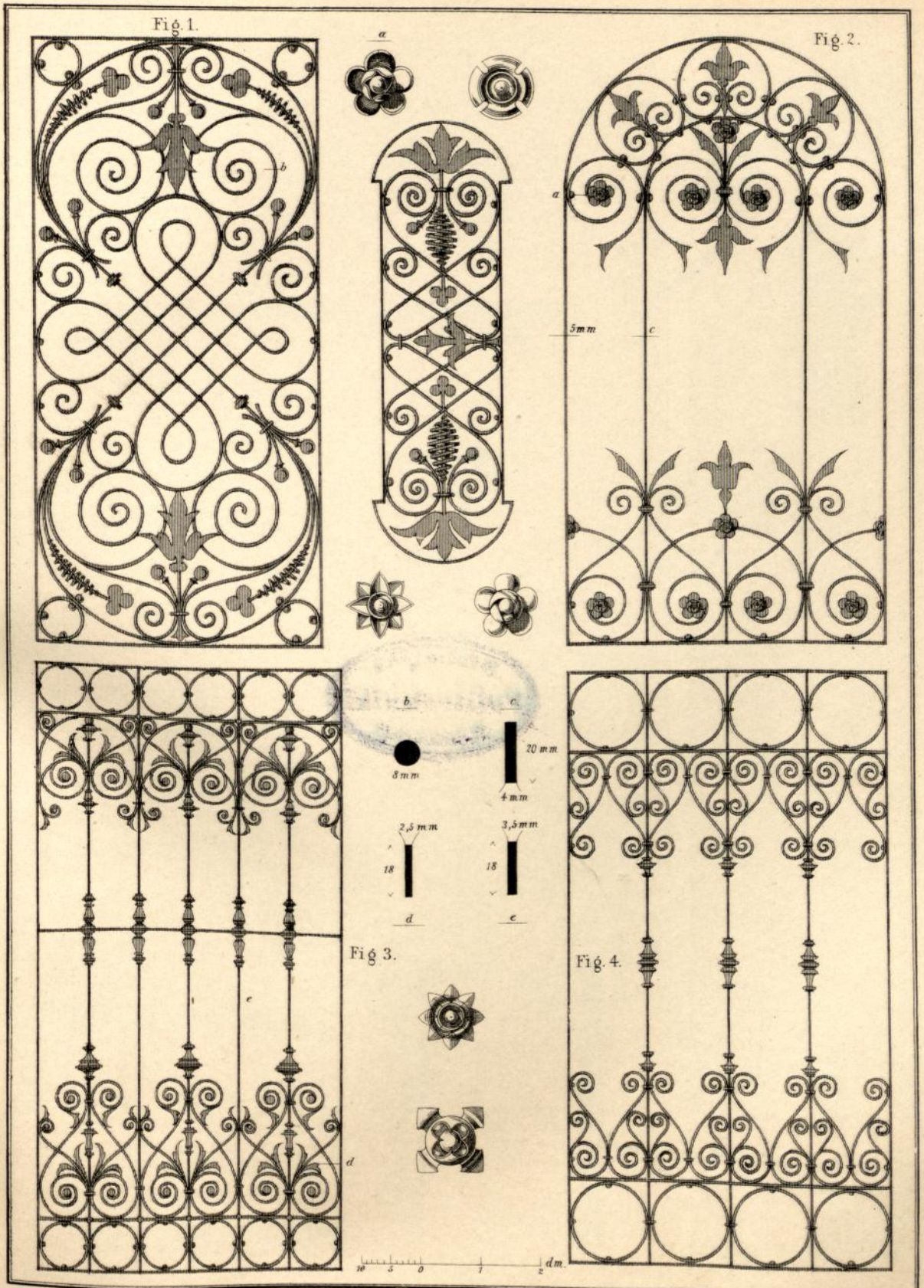


Fig. 1.
a
b
Fig. 2.
a
5mm
c
b
c
8mm
20 mm
4mm
2,5 mm
3,5 mm
18
18
d
e
Fig. 3.
c
d
Fig. 4.
10
5
0
1
2
dm.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

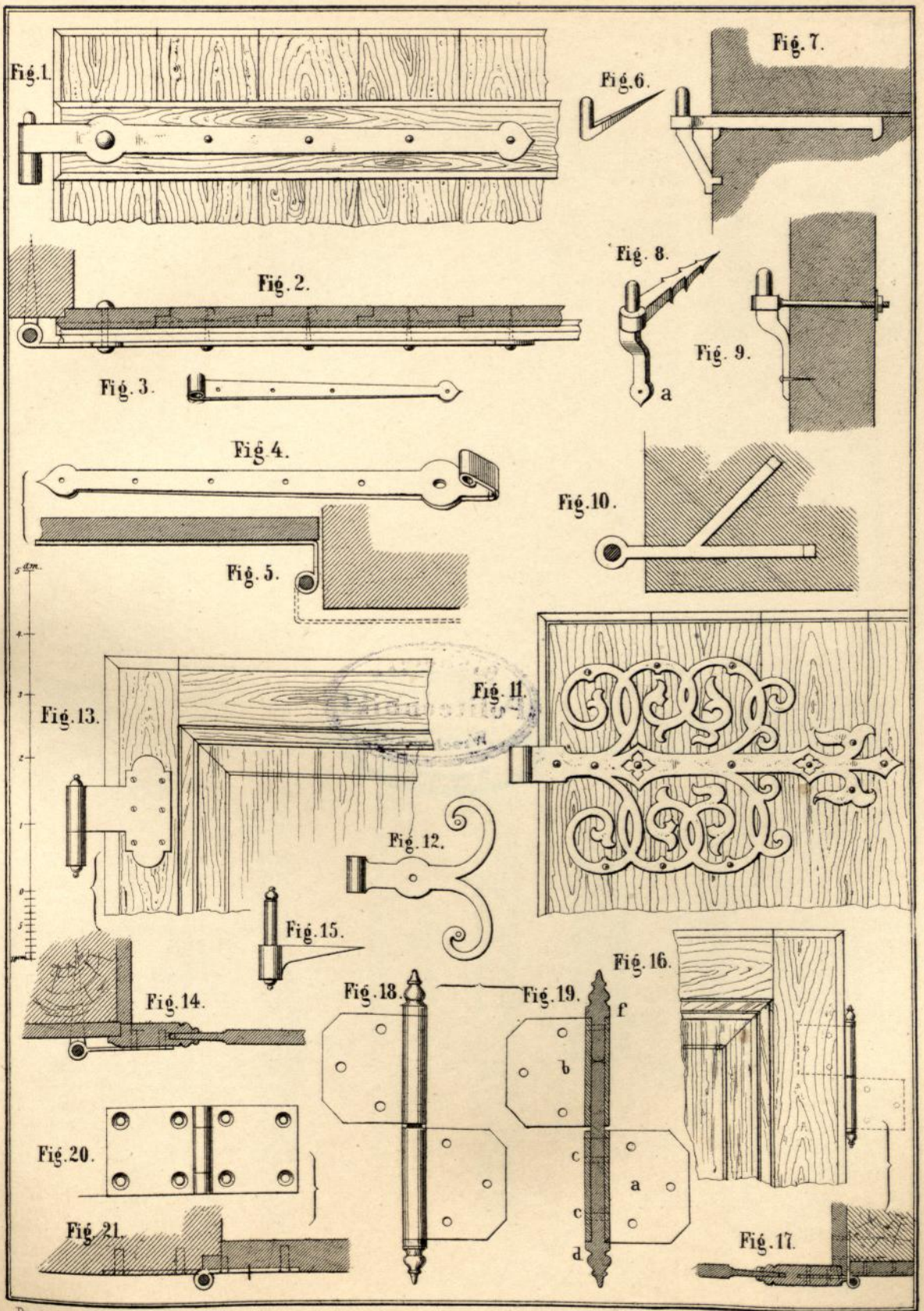


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
a
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
f
b
c
a
c
d
Fig. 20.
Fig. 21.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

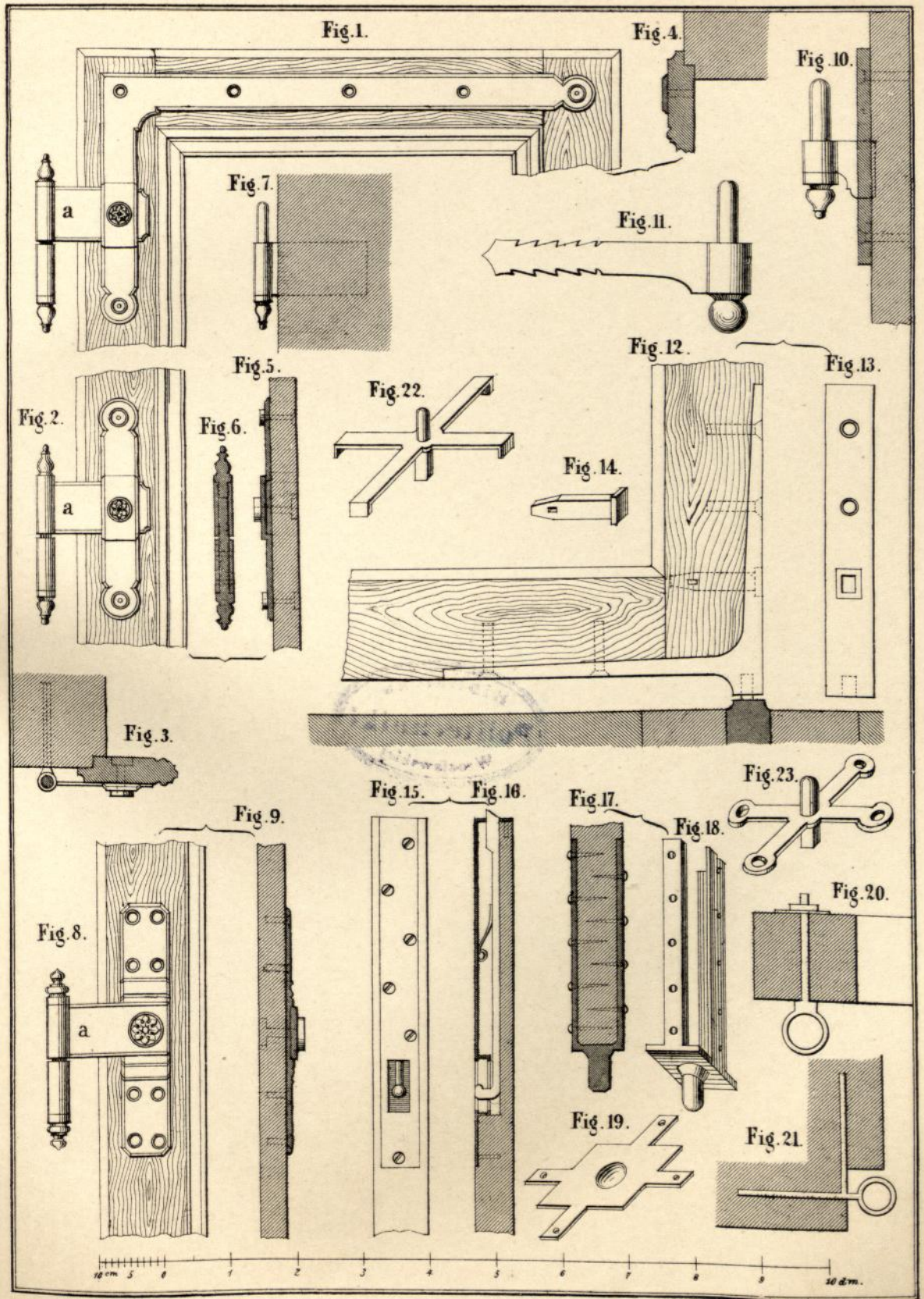


Fig.1.
Fig.4.
Fig.10.
a
Fig.7.
Fig.11.
Fig.12.
Fig.13.
Fig.5.
Fig.22.
Fig.2.
Fig.6.
Fig.14.
a
Fig.3.
Fig.23.
Fig.15.
Fig.16.
Fig.17.
Fig.18.
Fig.9.
Fig.20.
Fig.8.
a
Fig.19.
Fig.21.
10 cm
10 dm.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

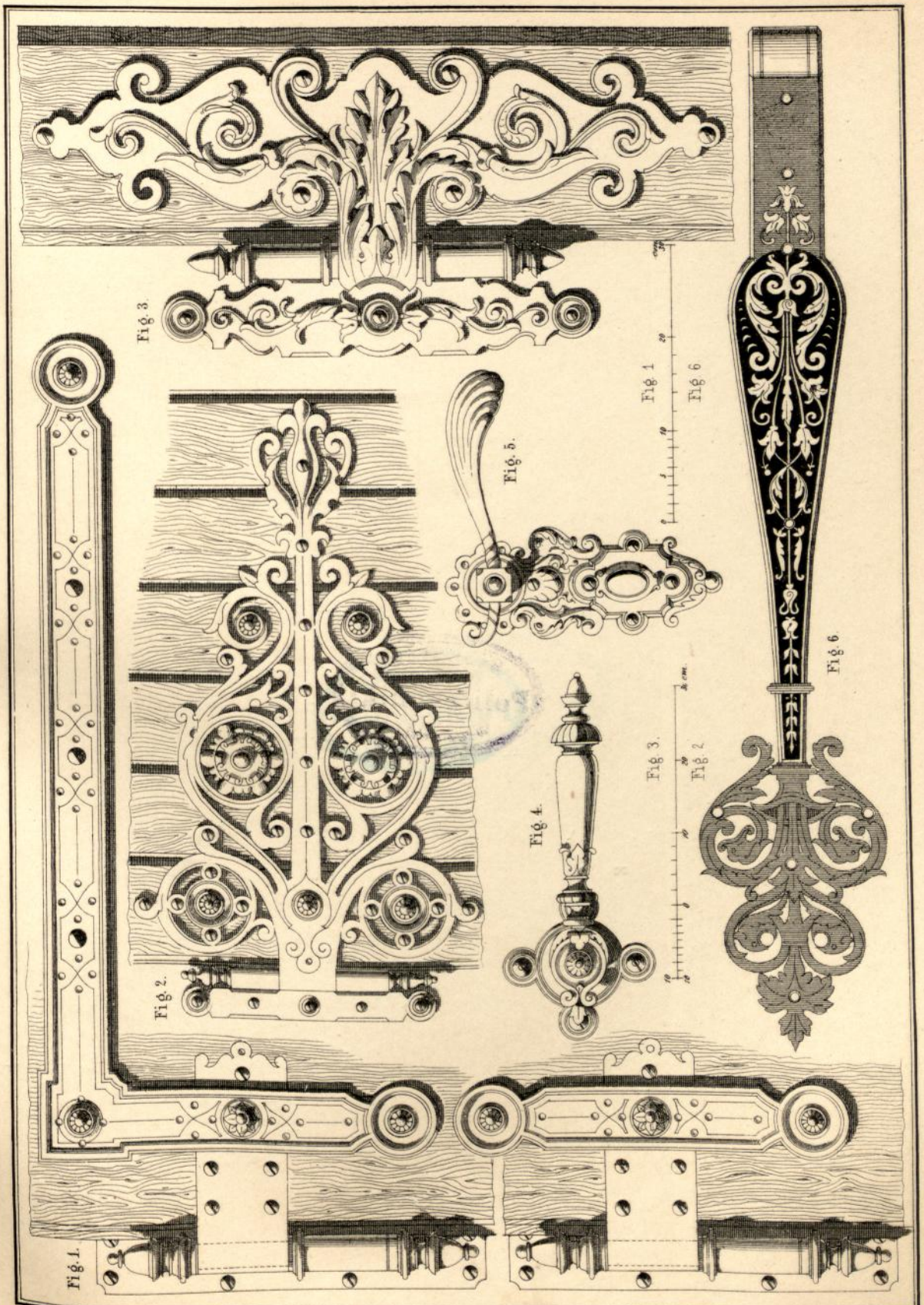


Fig. 3.
Fig. 1
Fig. 6
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 2
Fig. 2.
Fig. 1.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Tab. 103.

Fig. 1.

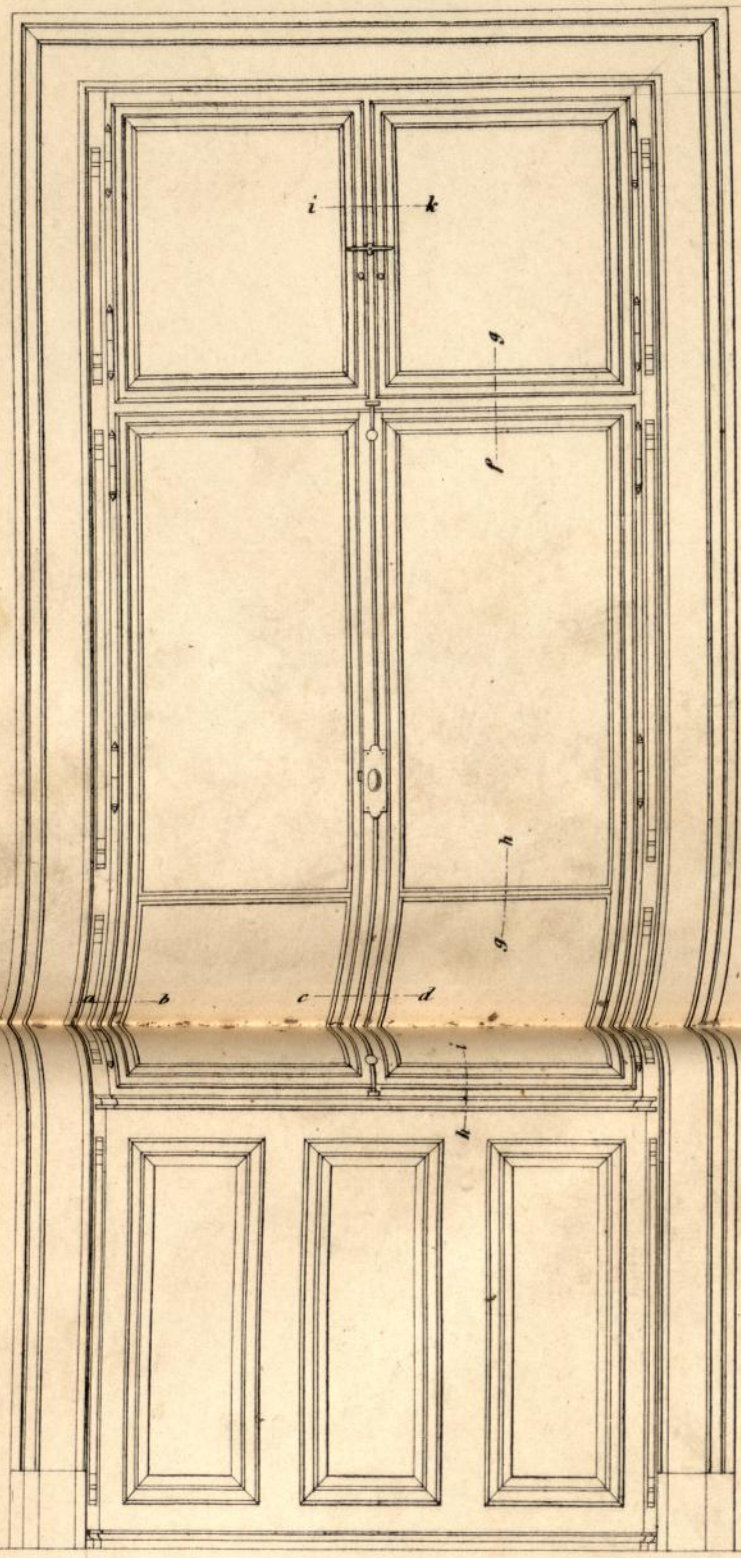


Fig. 2.

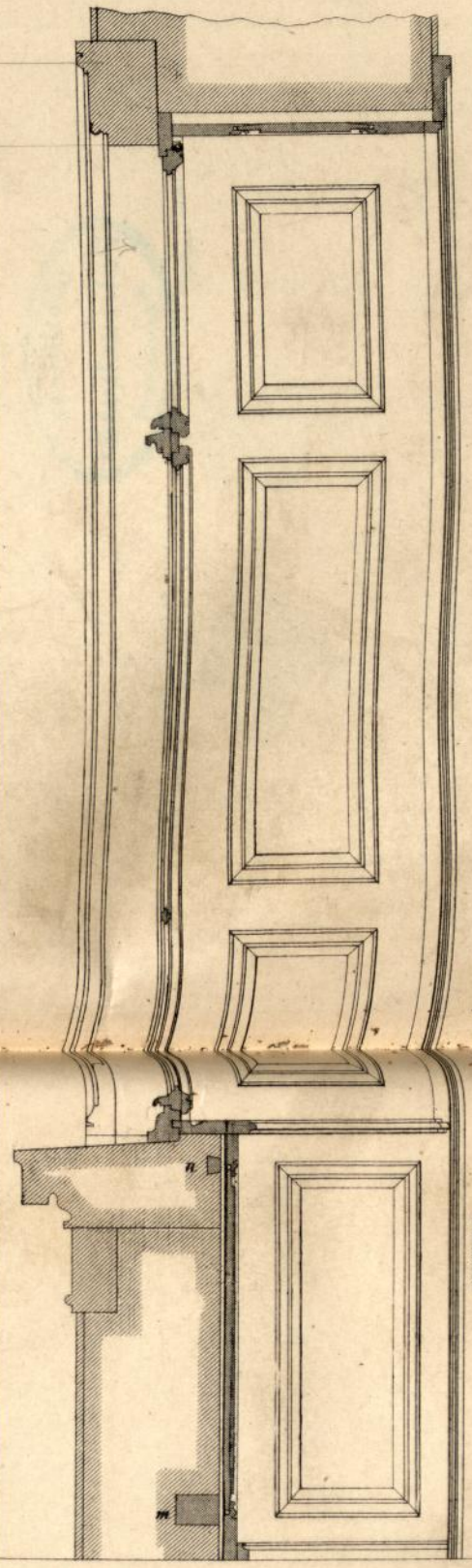


Fig. 4.
nach a–b

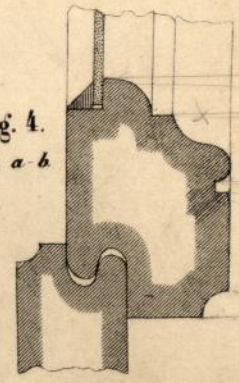


Fig. 5.
nach c–d

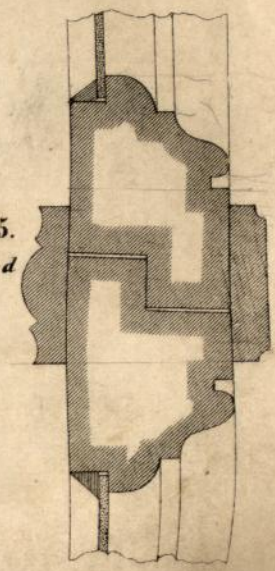


Fig. 6.

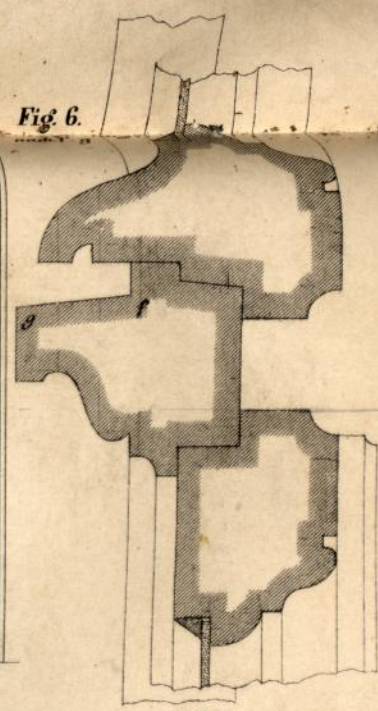
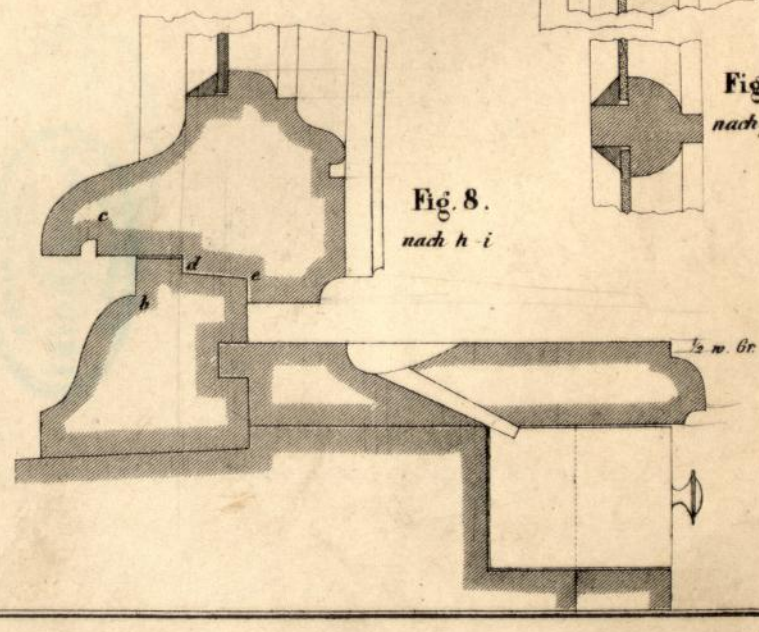


Fig. 7.
nach g–h

Fig. 8.
nach h–i



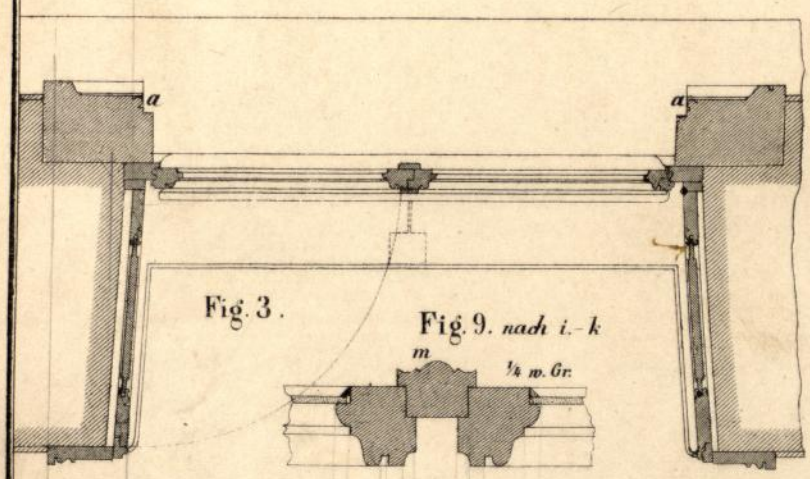


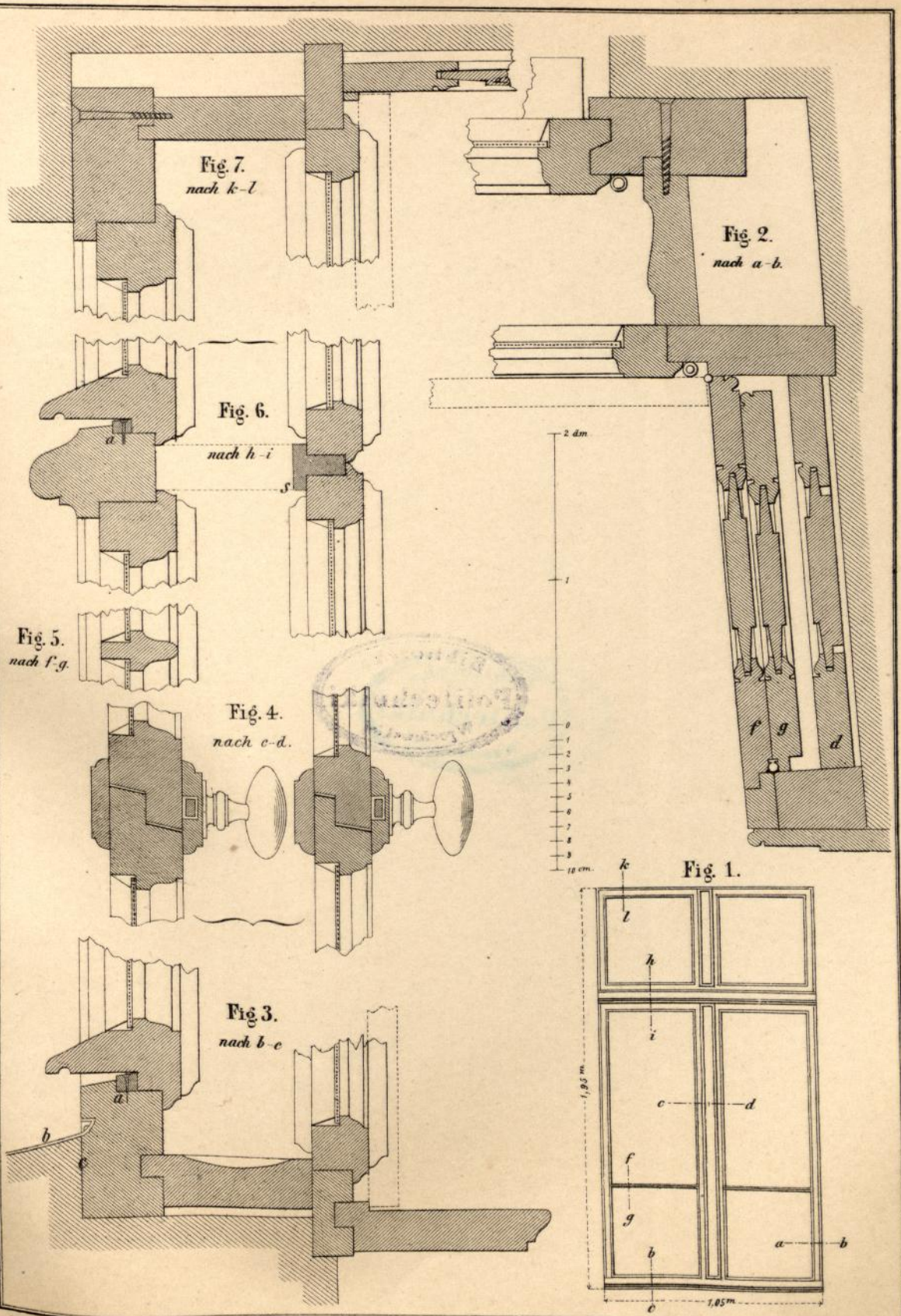
Fig. 3.

Fig. 9. *nach i–k*

J. M. Gebhardt's Verlag. Leipzig

Breymann II. Holz (6. Aufl.)

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej



J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 105.

Fig. 2.

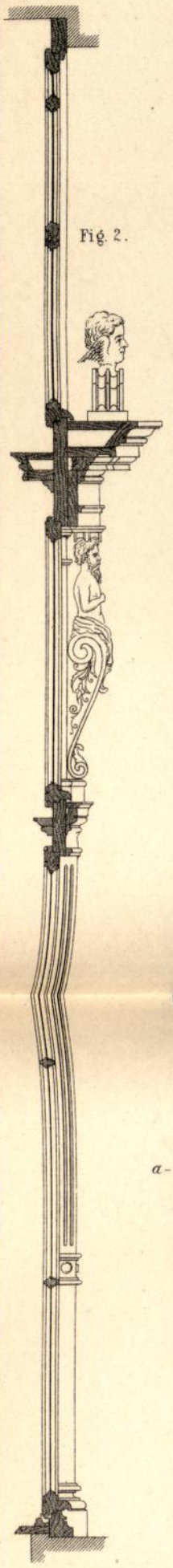
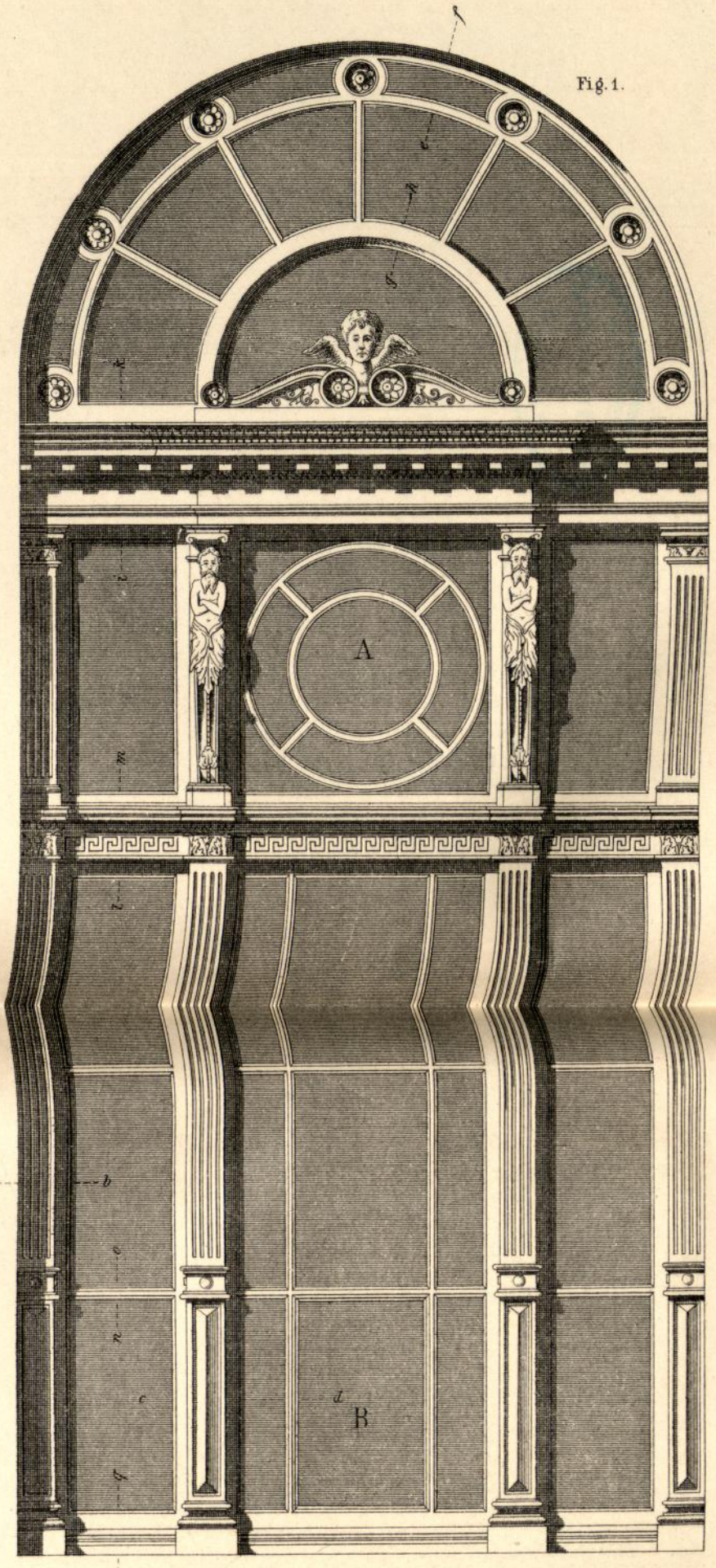


Fig. 1.



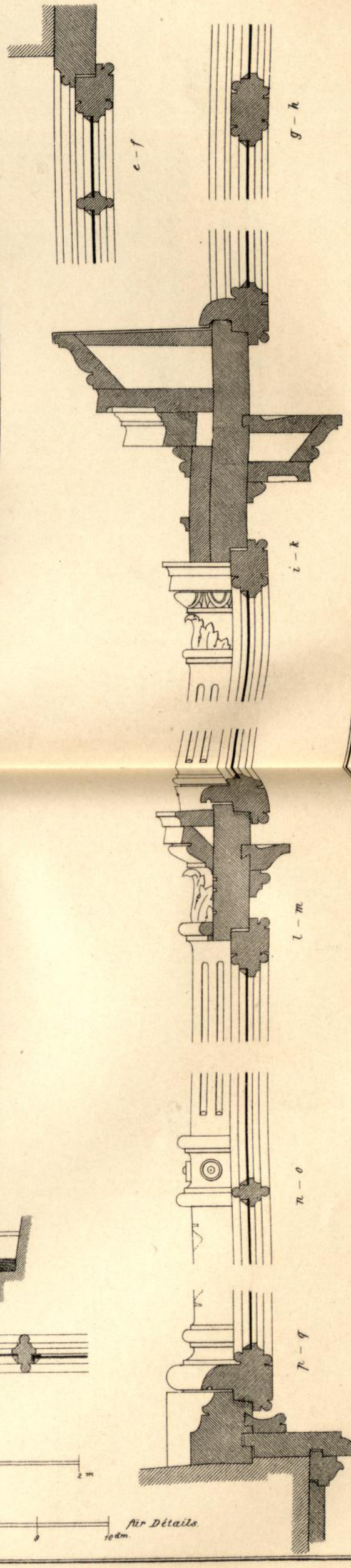
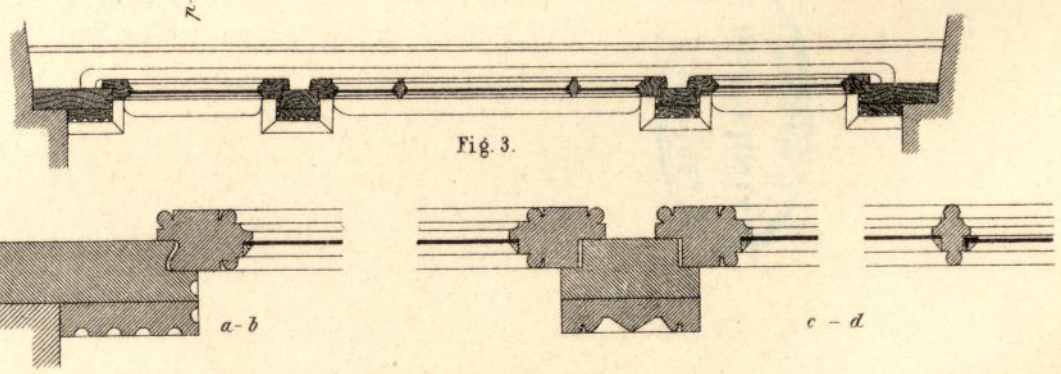
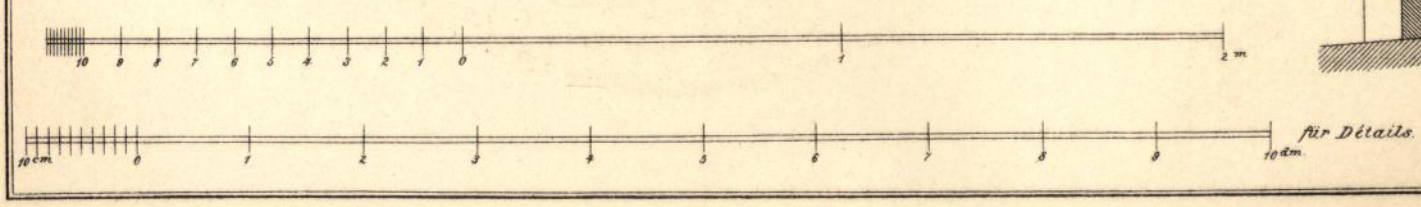


Fig. 3.





J M Gebhardt's Verlag. Leipzig.
Breymann II. Holz. (6 Aufl.)

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 106.

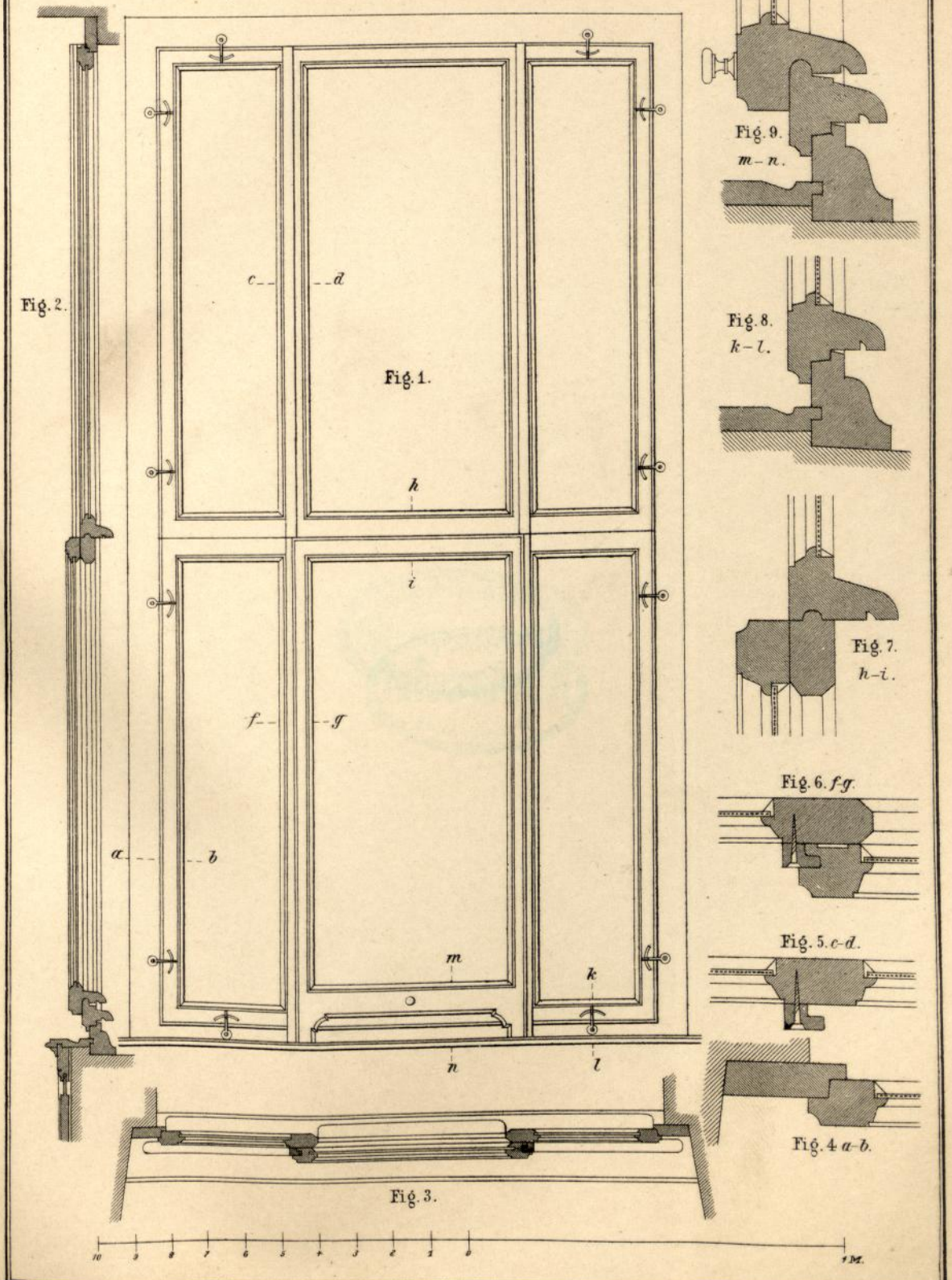


Fig. 2.
c
d
Fig. 1.
h
i
f
g
a
b
m
k
n
l
Fig. 3.
Fig. 9.
m–n.
Fig. 8.
k–l.
Fig. 7.
h–i.
Fig. 6. f-g.
Fig. 5. c-d.
Fig. 4 a-b.
1 M.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 10.

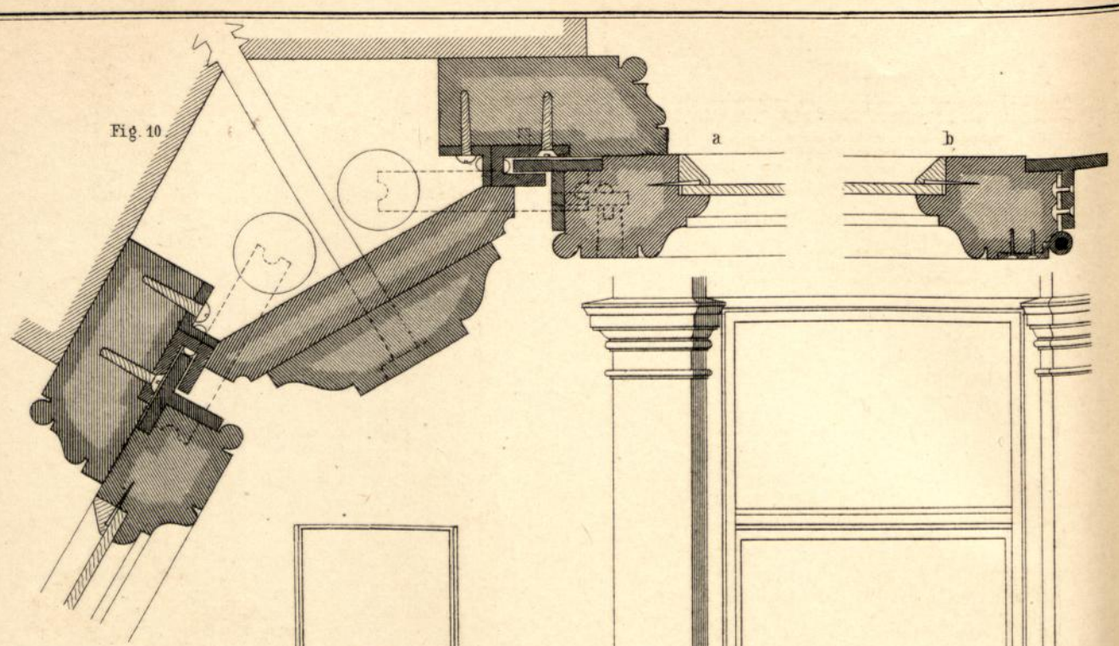
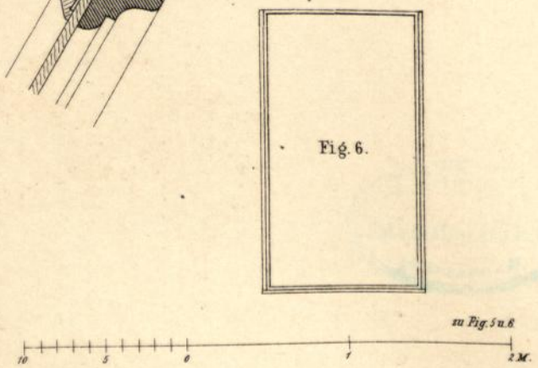


Fig. 6.



zu Fig. 5 u. 8.

10 5 0 1 2 M.

Fig. 5.

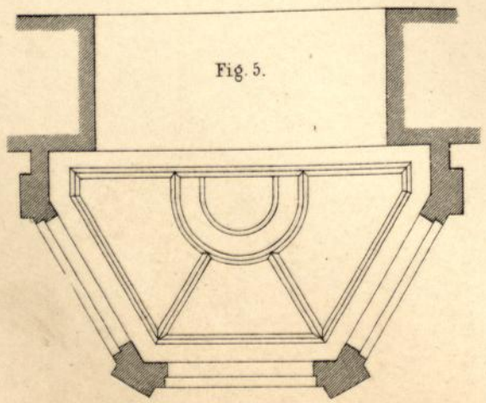


Fig. 1.

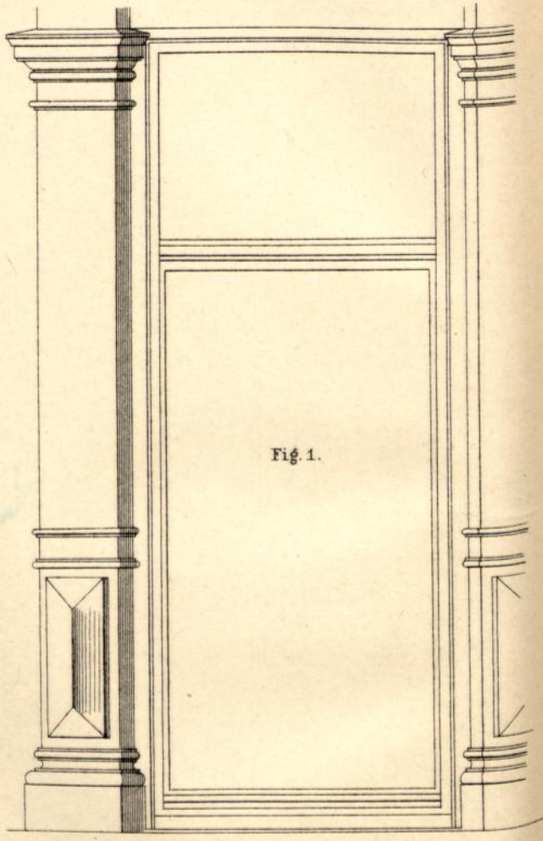
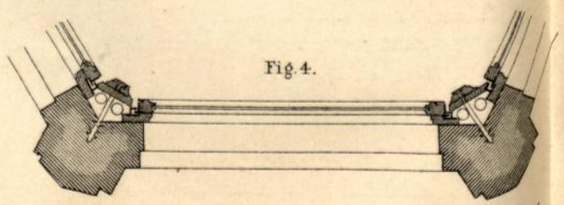


Fig. 4.



zu Fig. 1 u. 4.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 M.

zu Fig. 7 u. 9.

10 5 0 1 2 dm.

Fig. 2.

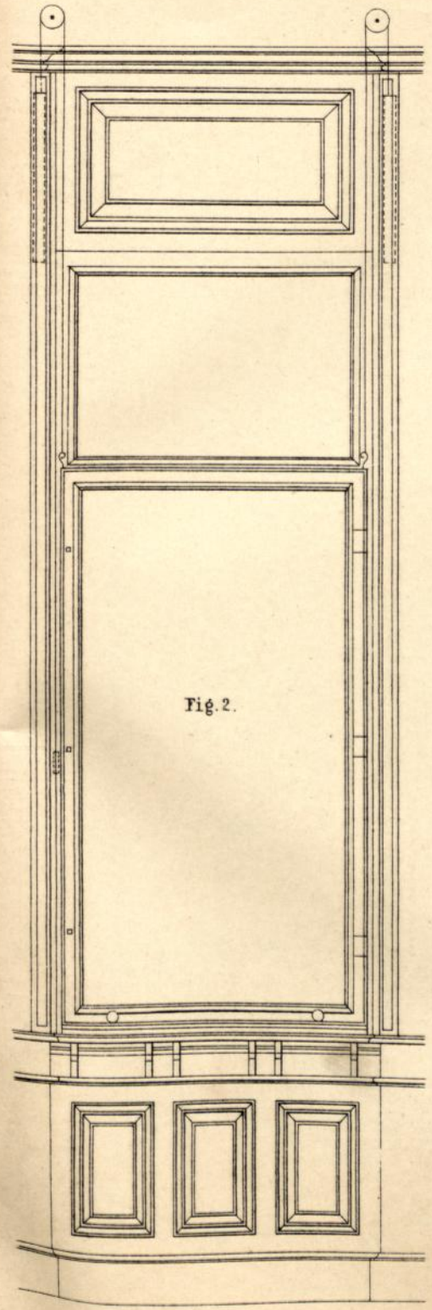


Fig. 3.

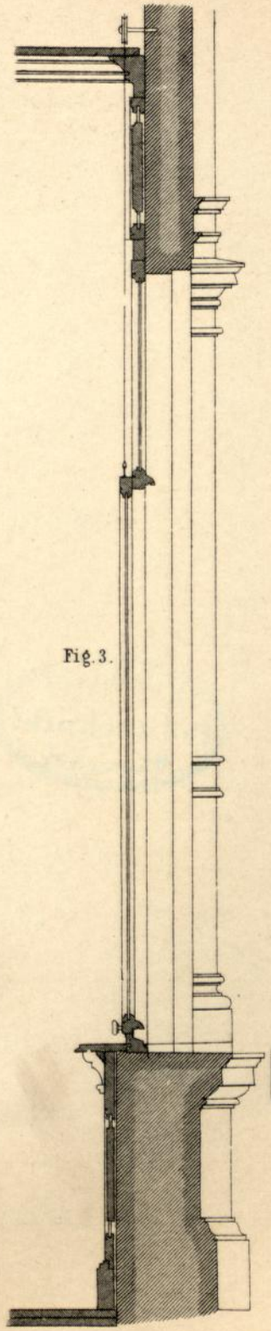


Fig. 9.

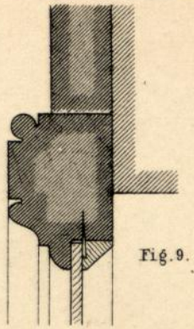


Fig. 8.

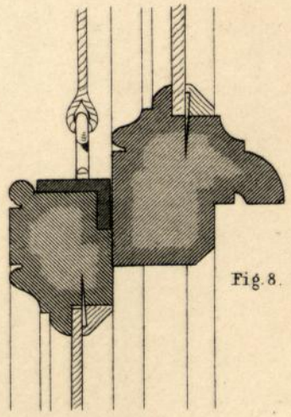
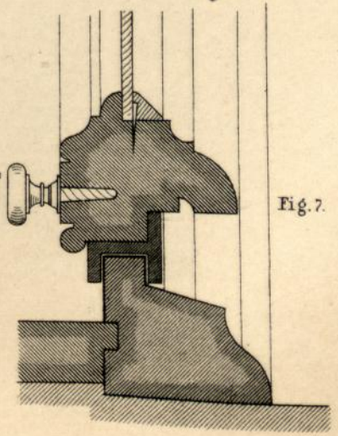


Fig. 7.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

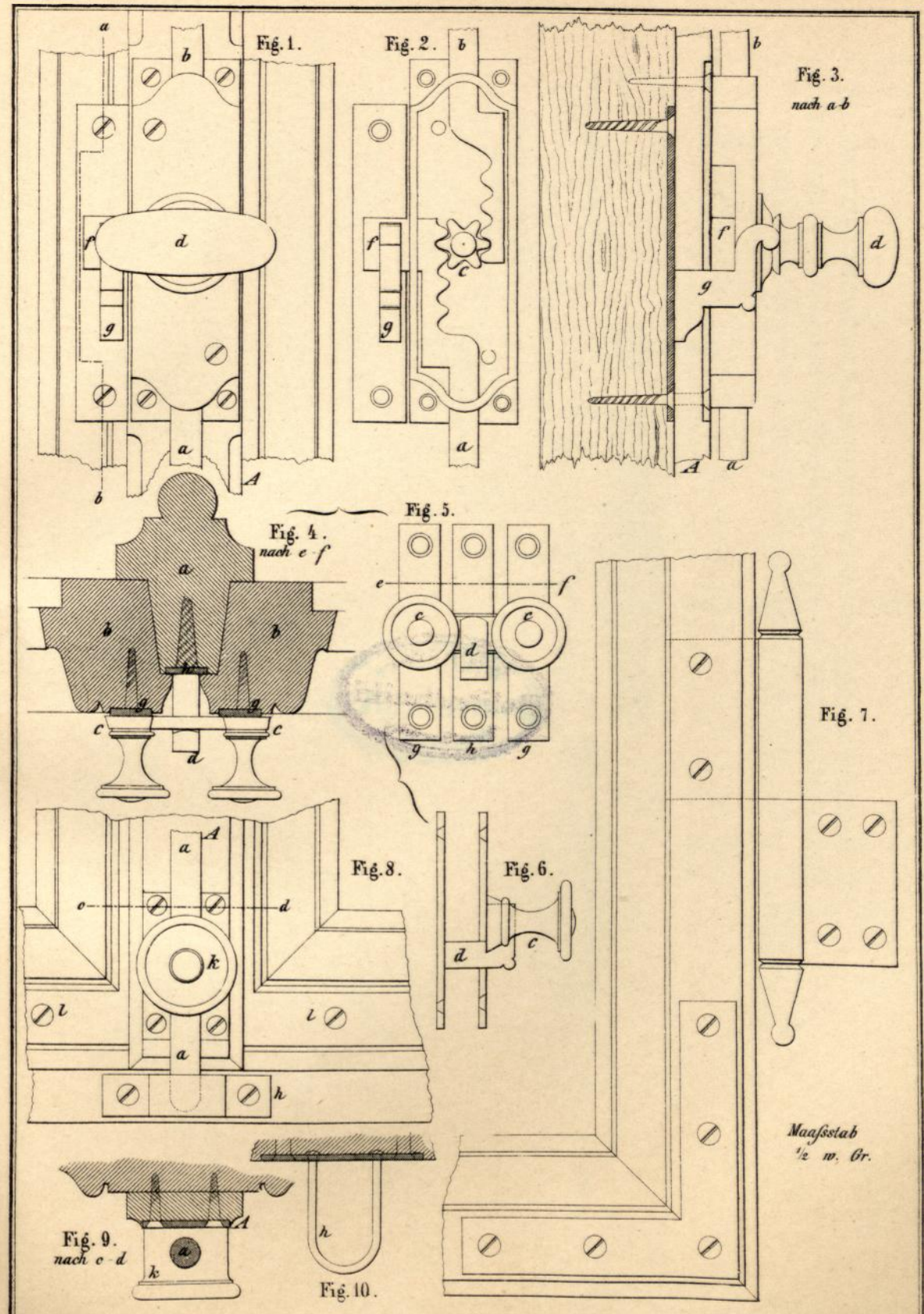


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
nach a-b
Fig. 4.
nach e f
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
nach c d
Fig. 10.
Maaßstab
1/2 w. Gr.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

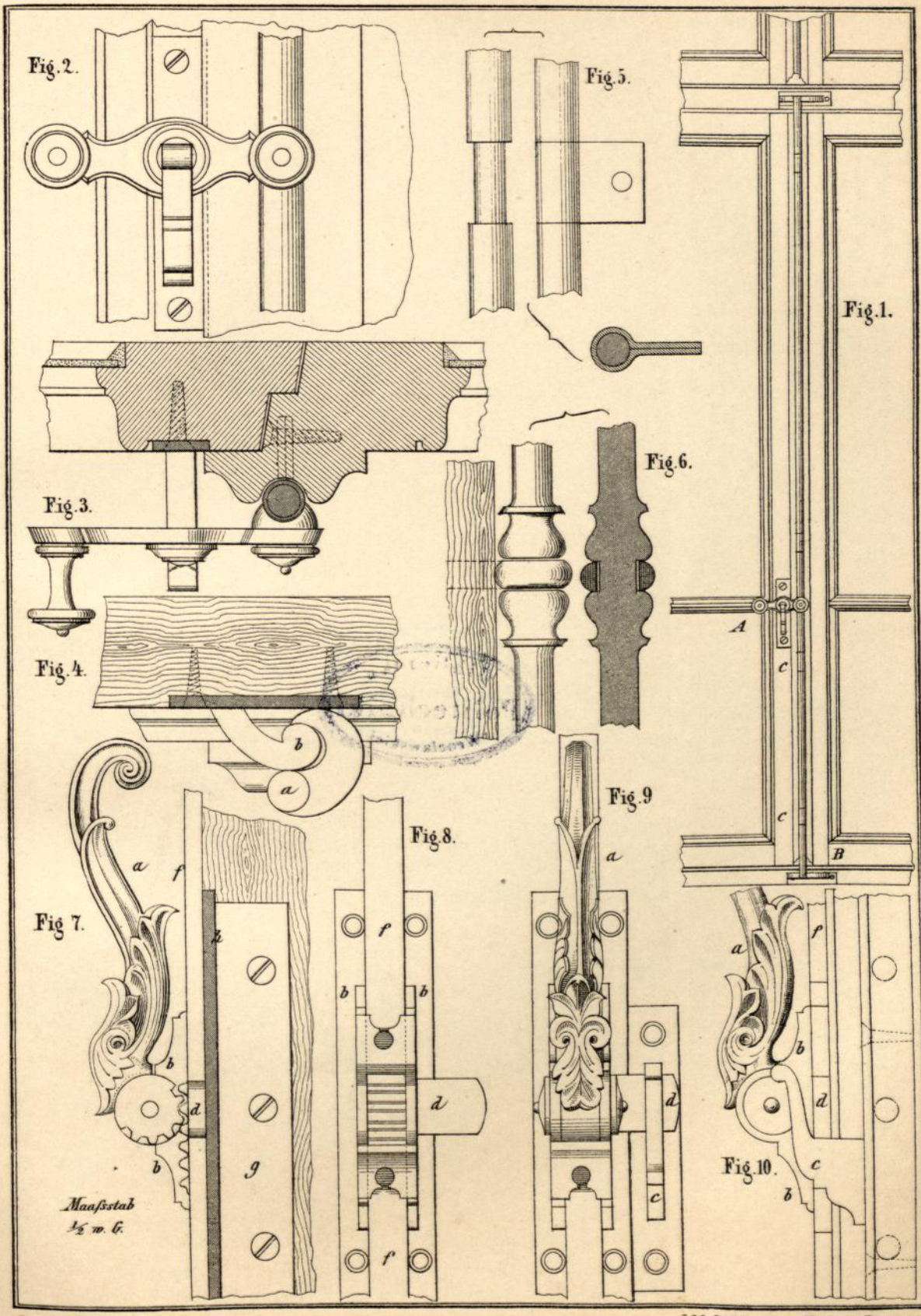


Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 4.
A
c
c
B
b
a
Fig. 9.
Fig. 8.
a
f
Fig 7.
f
b
b
b
d
d
d
b
g
c
Maaßstab
½ w. G.
f
a
f
b
d
Fig. 10.
c
b

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

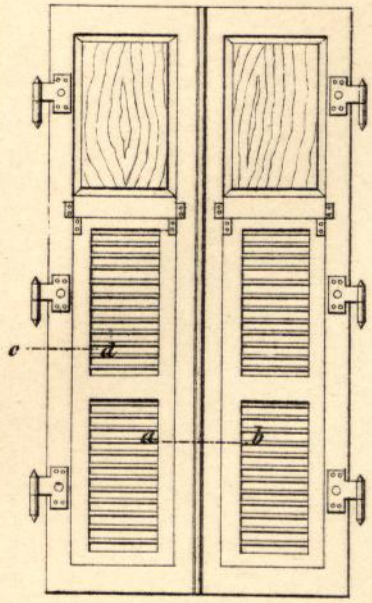


Fig. 3.

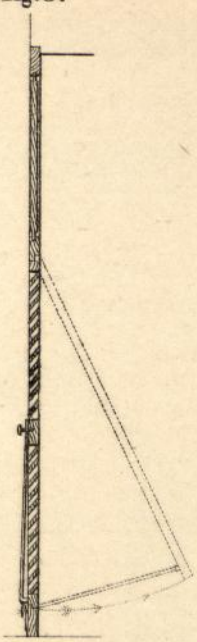
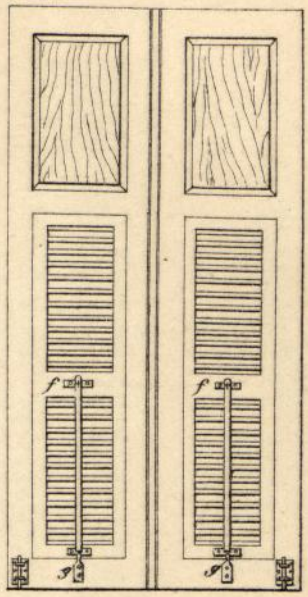


Fig. 2.



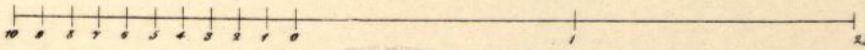


Fig. 4. *nach c-d*

Fig. 5. *nach a-b*

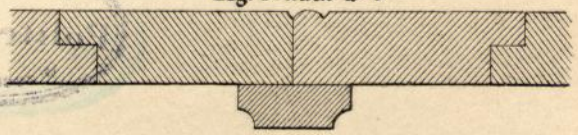


Fig. 6. *nach a-b (ohne Schlagleiste)*

Fig. 8.
Beschläg bei g (Fig. 2)

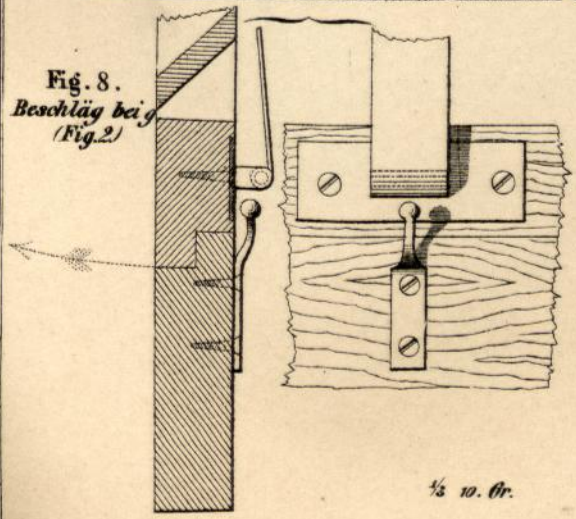
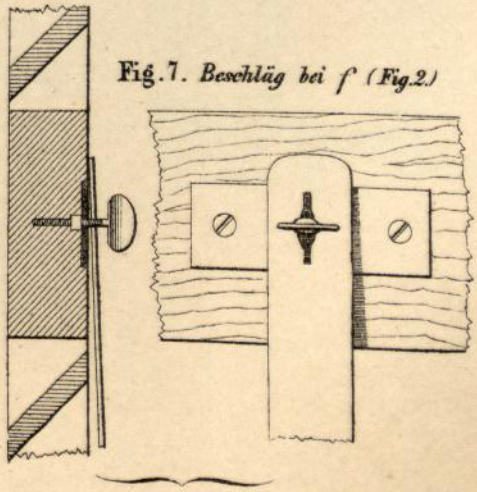


Fig. 7. *Beschläg bei f (Fig. 2)*



½ 10. Gr.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. III.

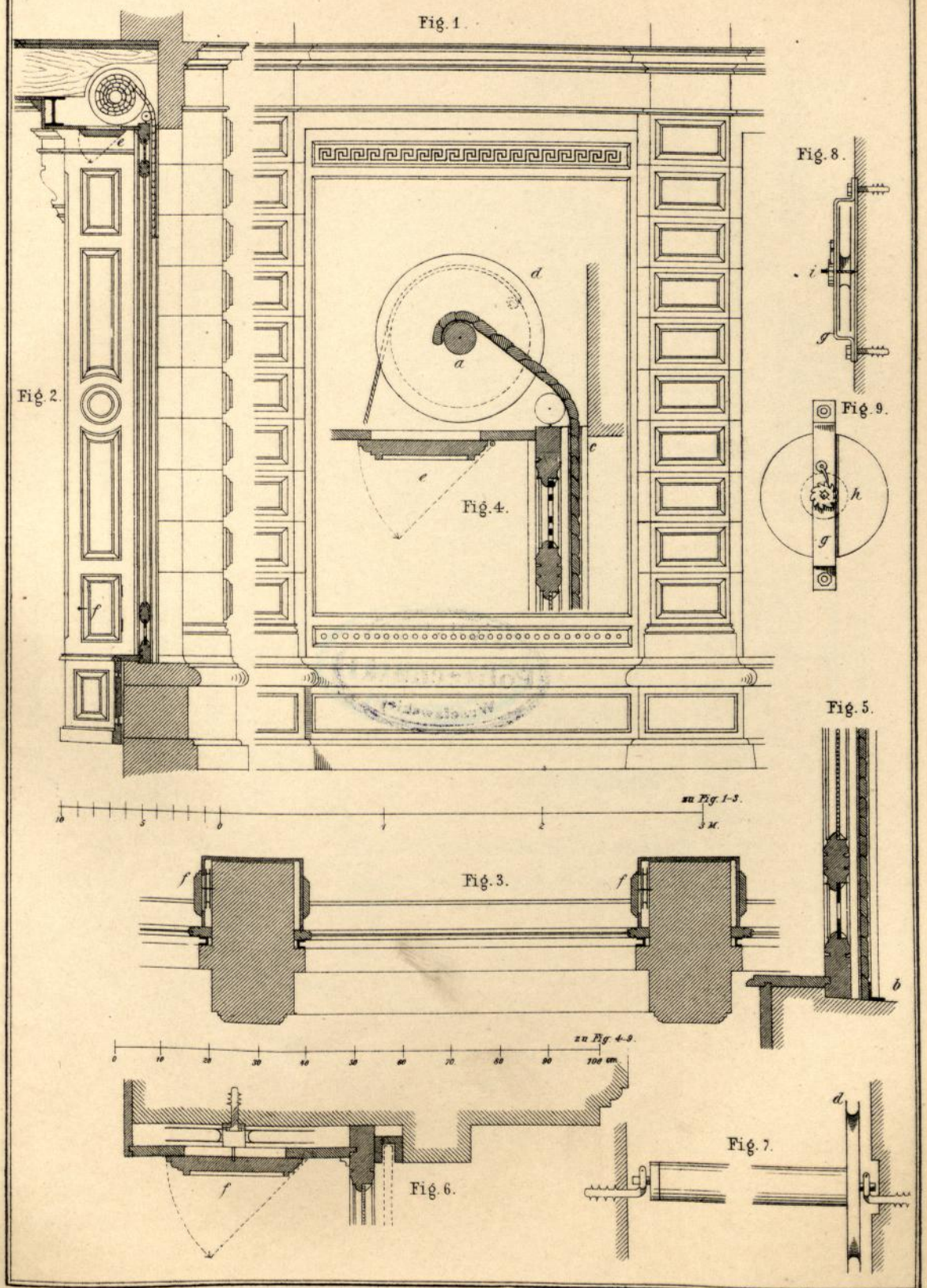


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 7.
zu Fig. 1-3.
zu Fig. 4-9.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 112.

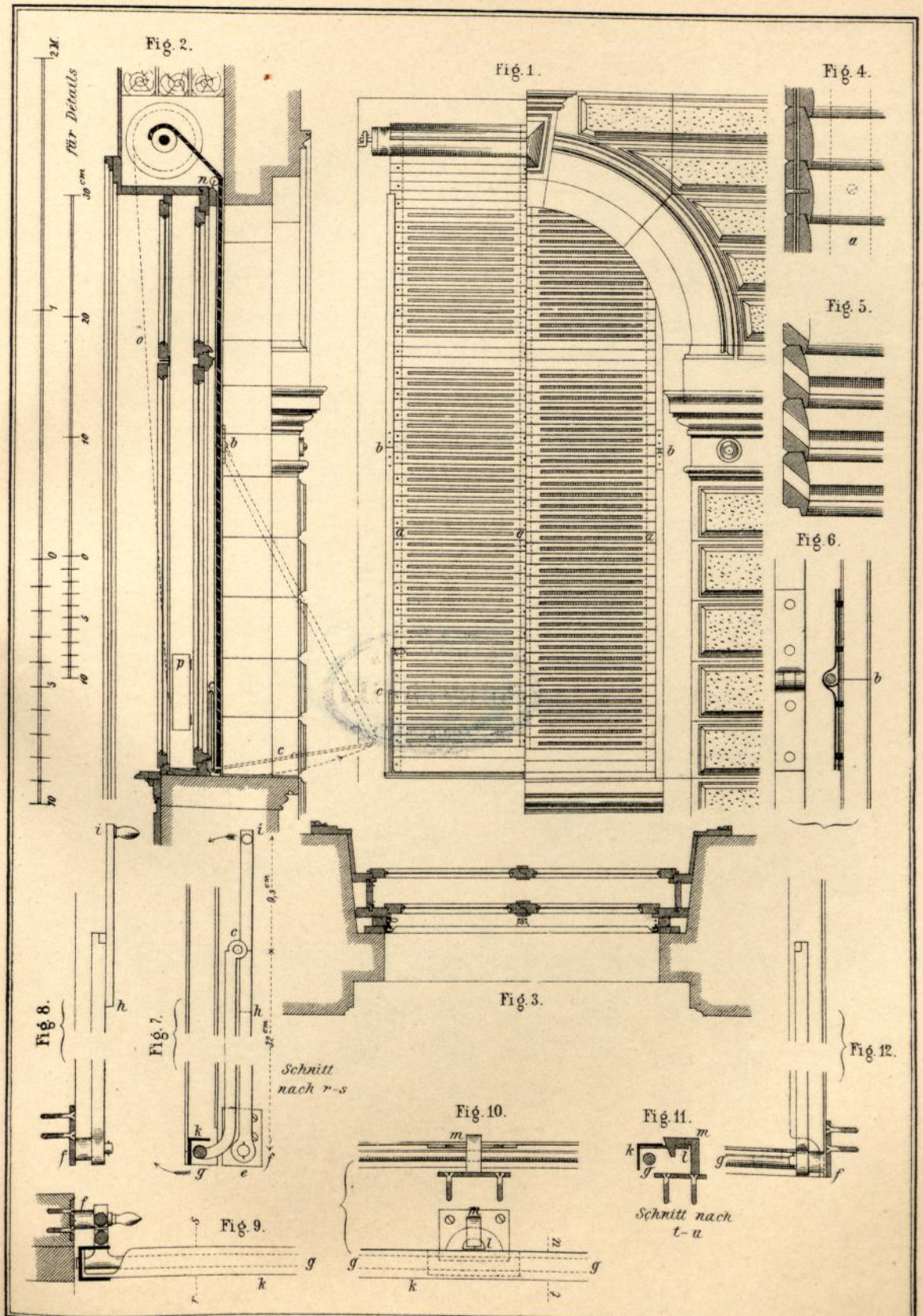


Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 3.
Fig. 8.
Fig. 7.
Fig. 12.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 9.
Schnitt nach r-s
Schnitt nach t-u
für Details

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

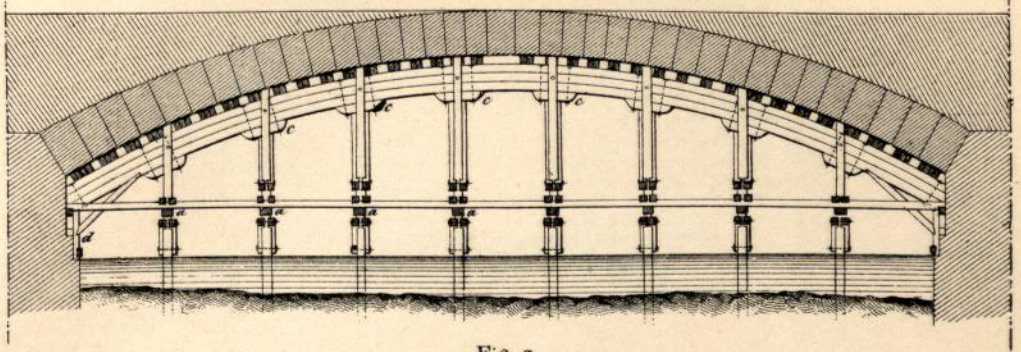


Fig. 2.

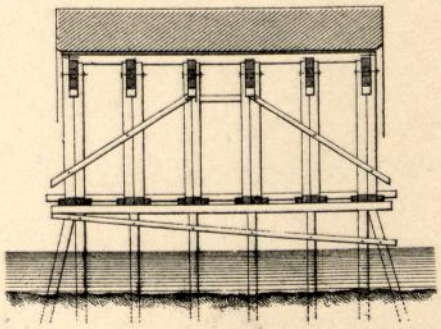


Fig. 3.

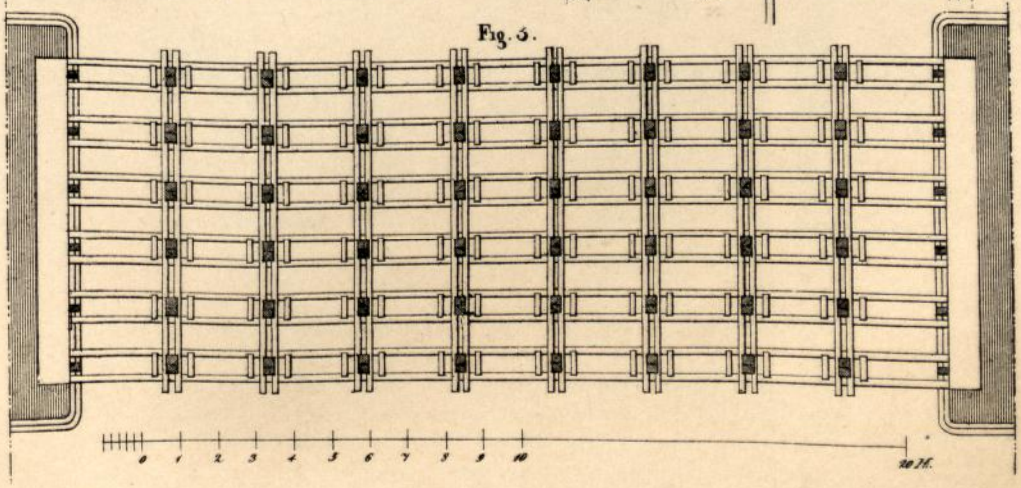


Fig. 4.

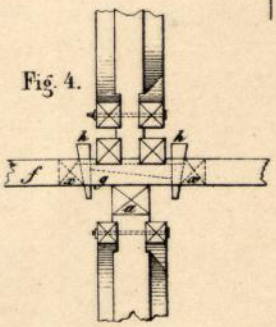


Fig. 5.

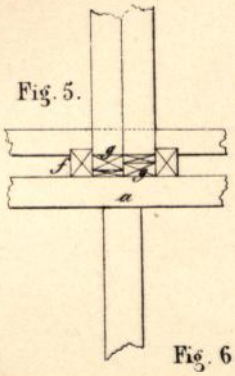


Fig. 6.

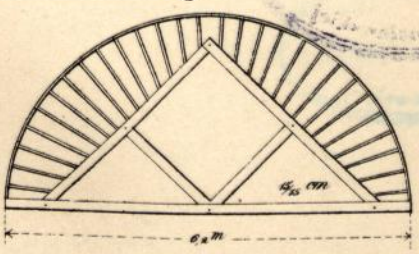


Fig. 7.

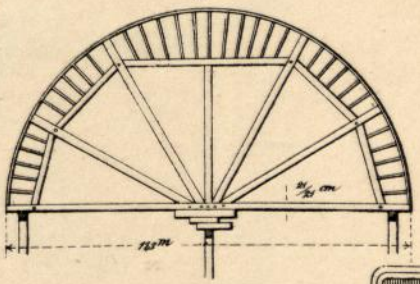
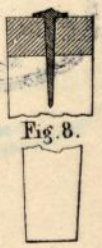


Fig. 8.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig 1.

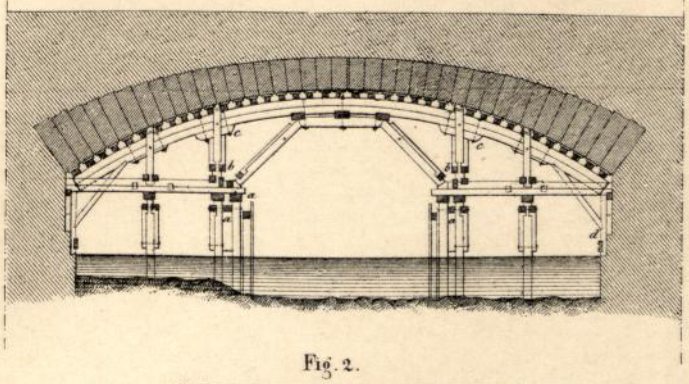


Fig. 2.

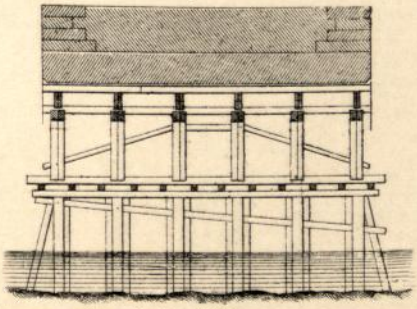


Fig. 5.

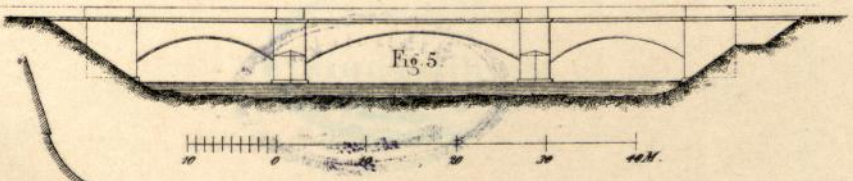


Fig. 4.

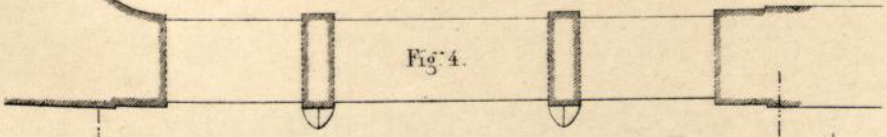
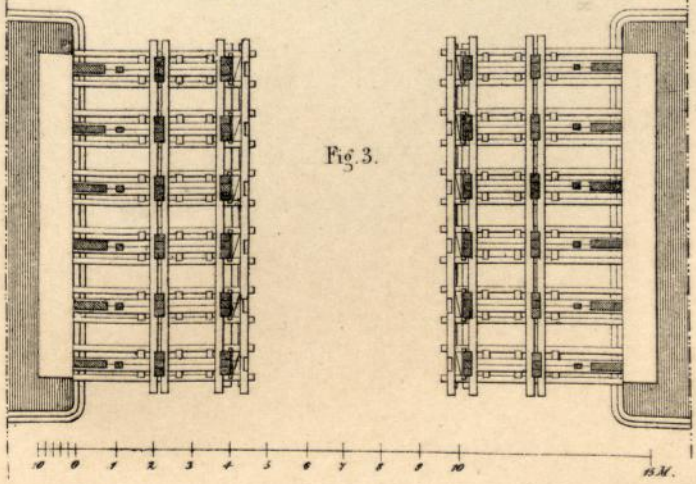


Fig. 3.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

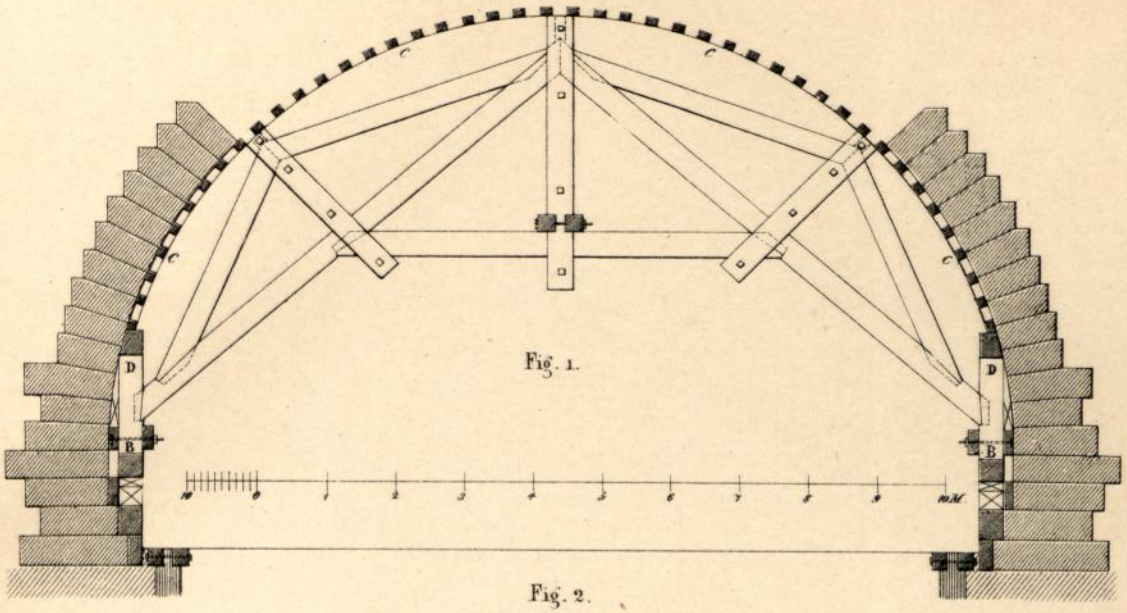


Fig. 1.

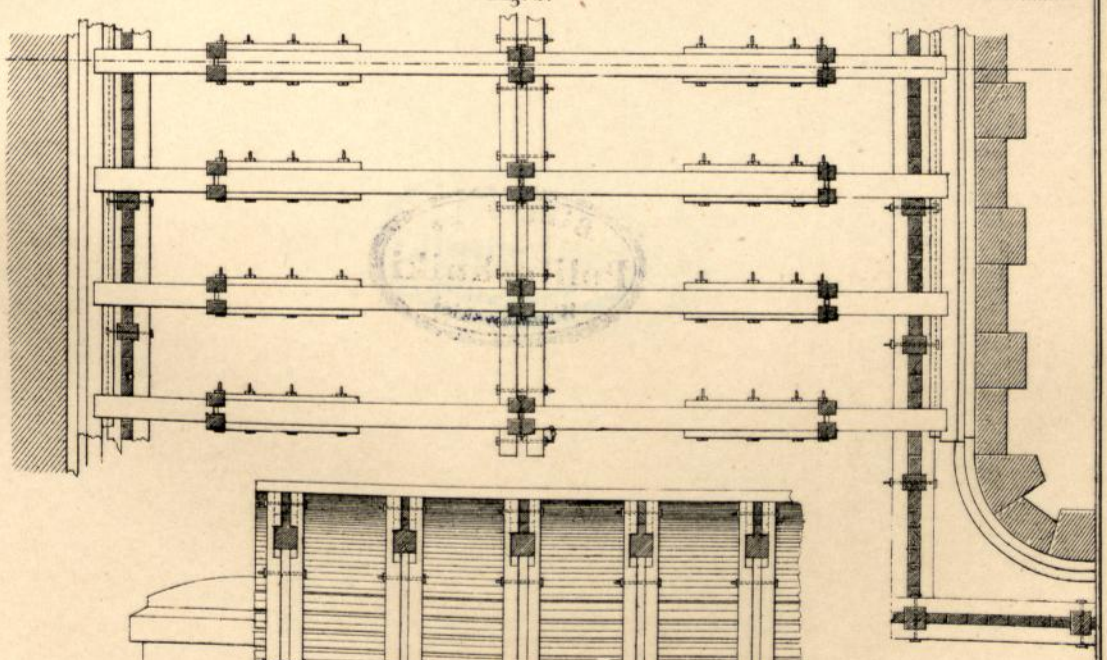


Fig. 2.

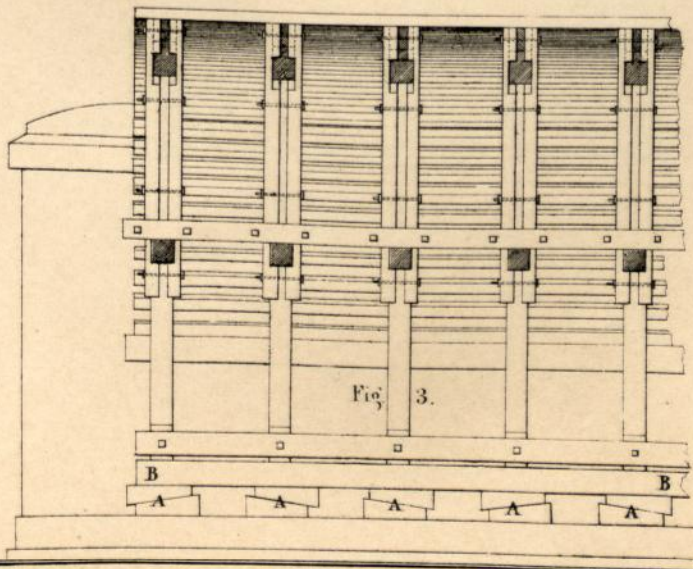


Fig. 3.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Die Elbbrücke bei Pirna.

Fig. 1

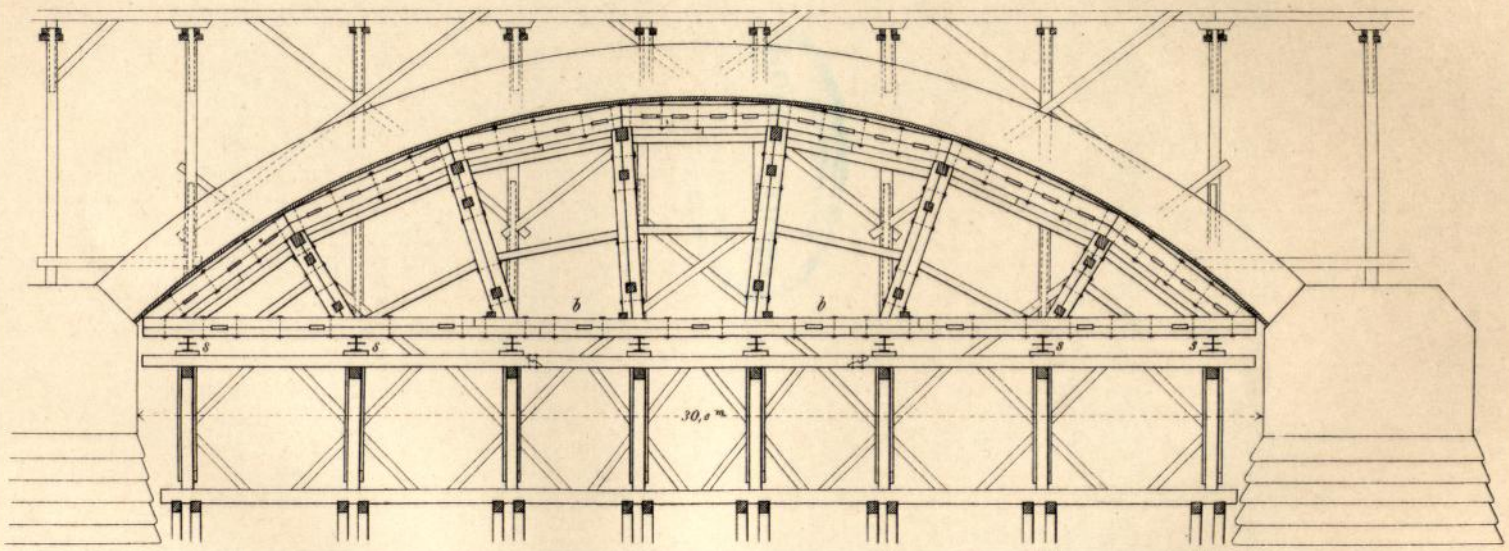
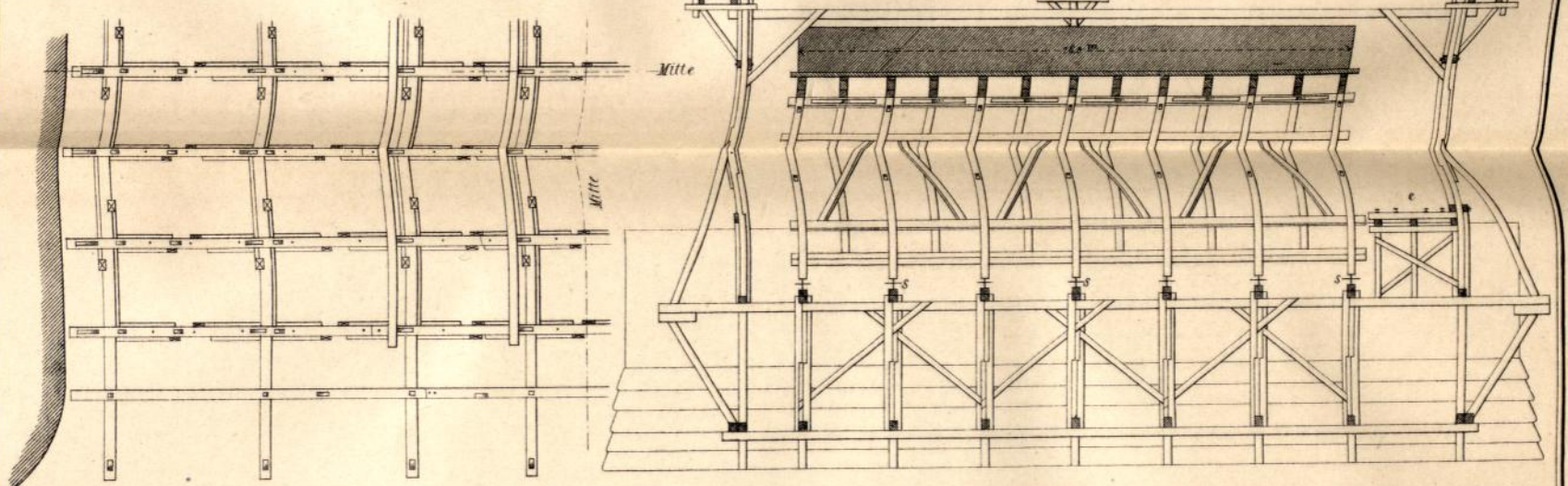


Fig. 2.
Querschnitt.

Fig. 3.
Grundriss.



Howe'scher Träger u Fahrschlitten für das Wölben

Fig. 4.

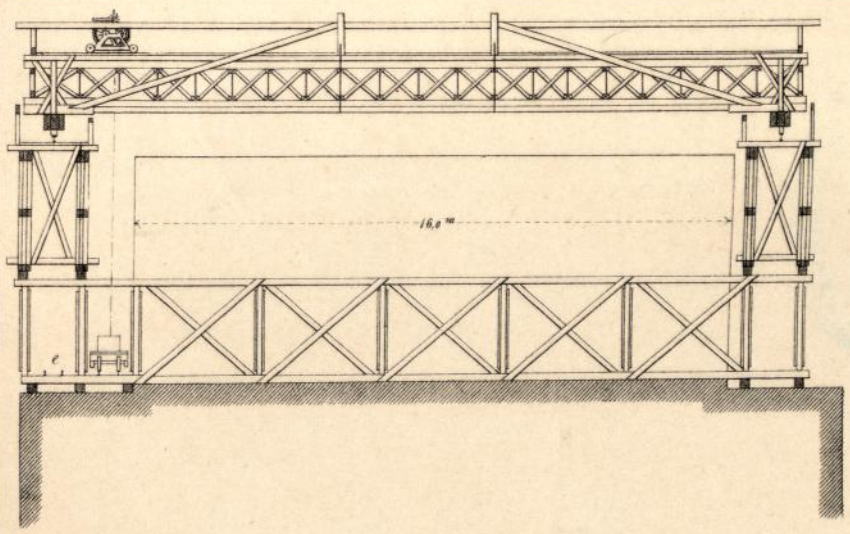
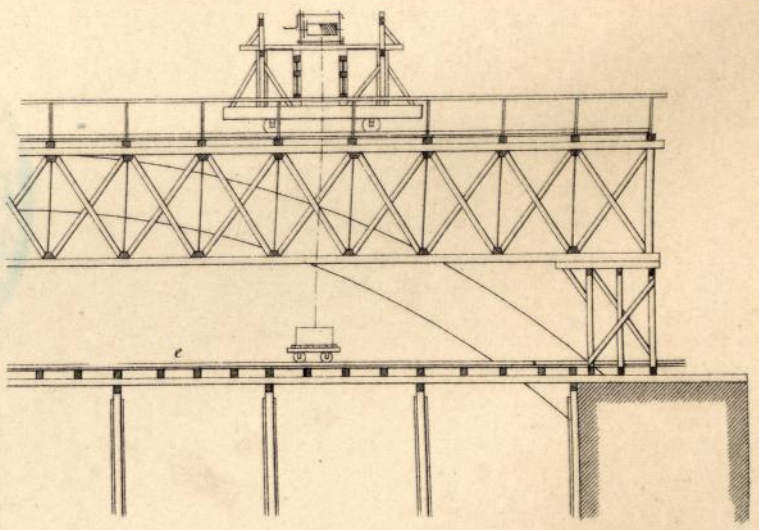
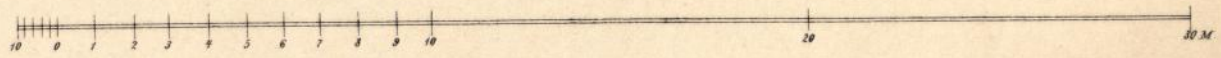


Fig. 5.





J M Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Breymann, II. Holz. (6 Aufl.)

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Fig. 1.

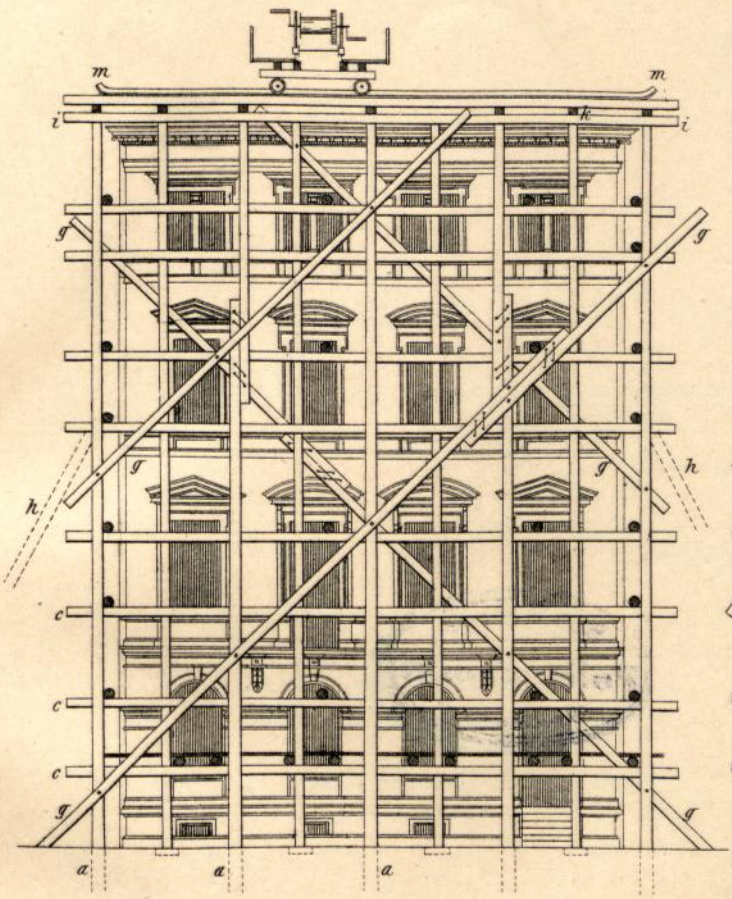
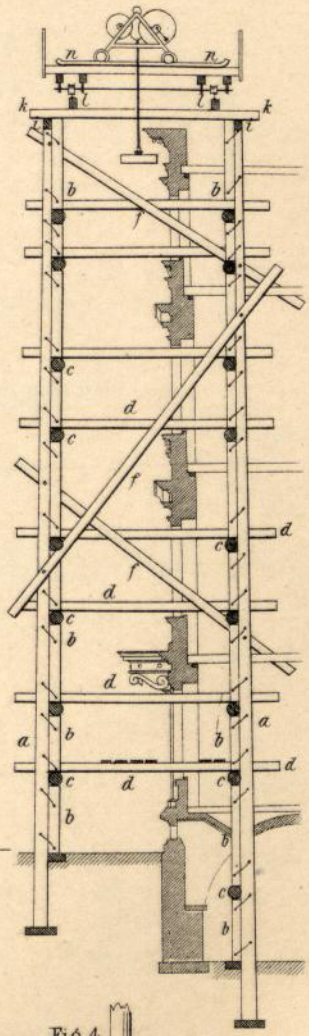


Fig. 2.



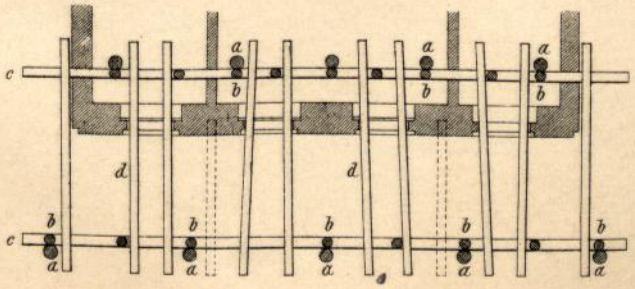
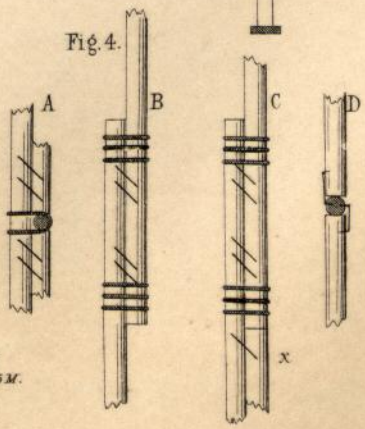


Fig. 3.

Fig. 4.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

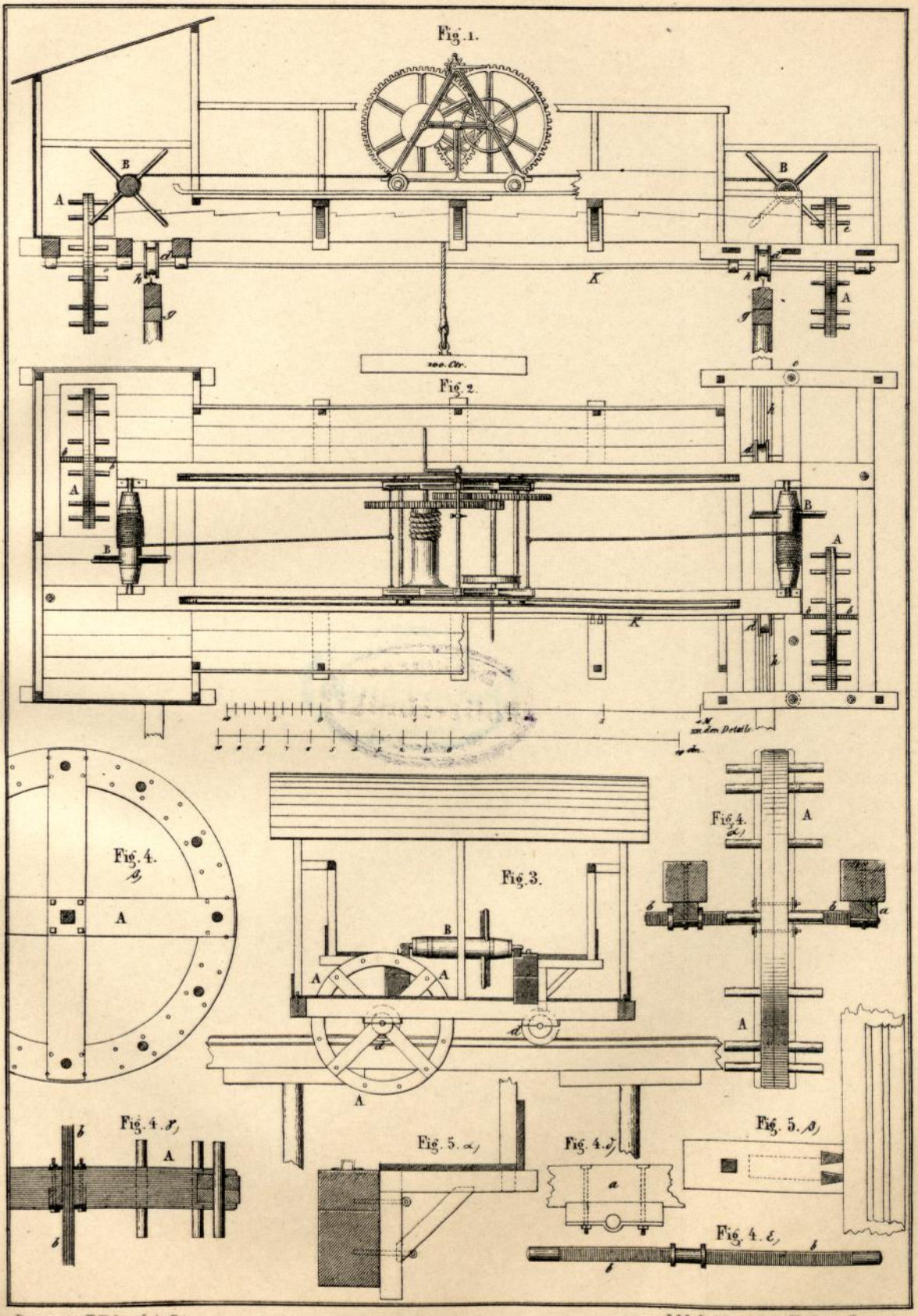
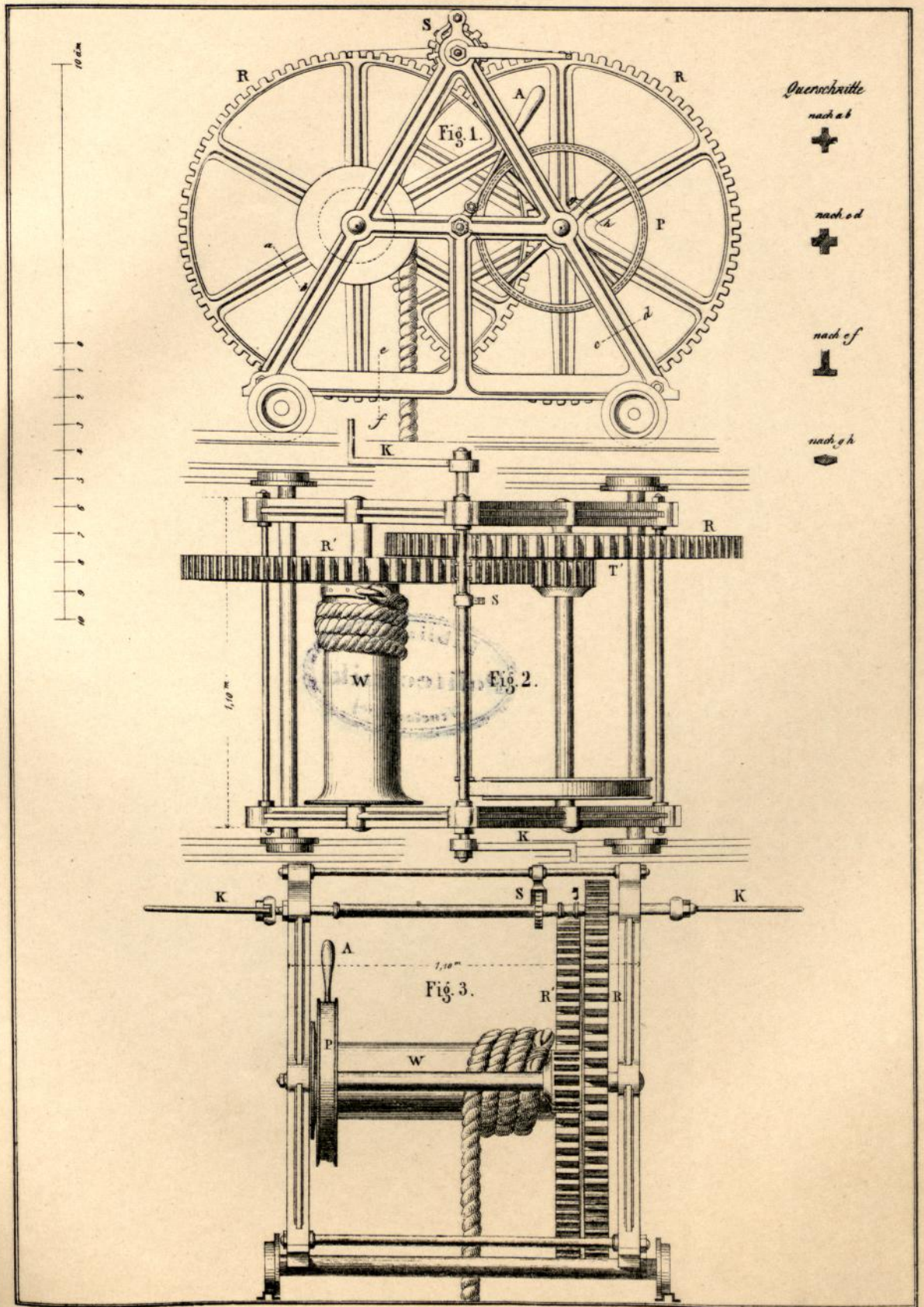


Fig. 1.
B
A
K
Fig. 2.
Fig. 4. β)
Fig. 3.
Fig. 4. α)
Fig. 4. γ)
Fig. 5. α)
Fig. 5. β)
Fig. 4. δ)
Fig. 4. ε)

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej



J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Gerüst der h. Dreieinigkeitskirche in Paris.

Fig. 1.

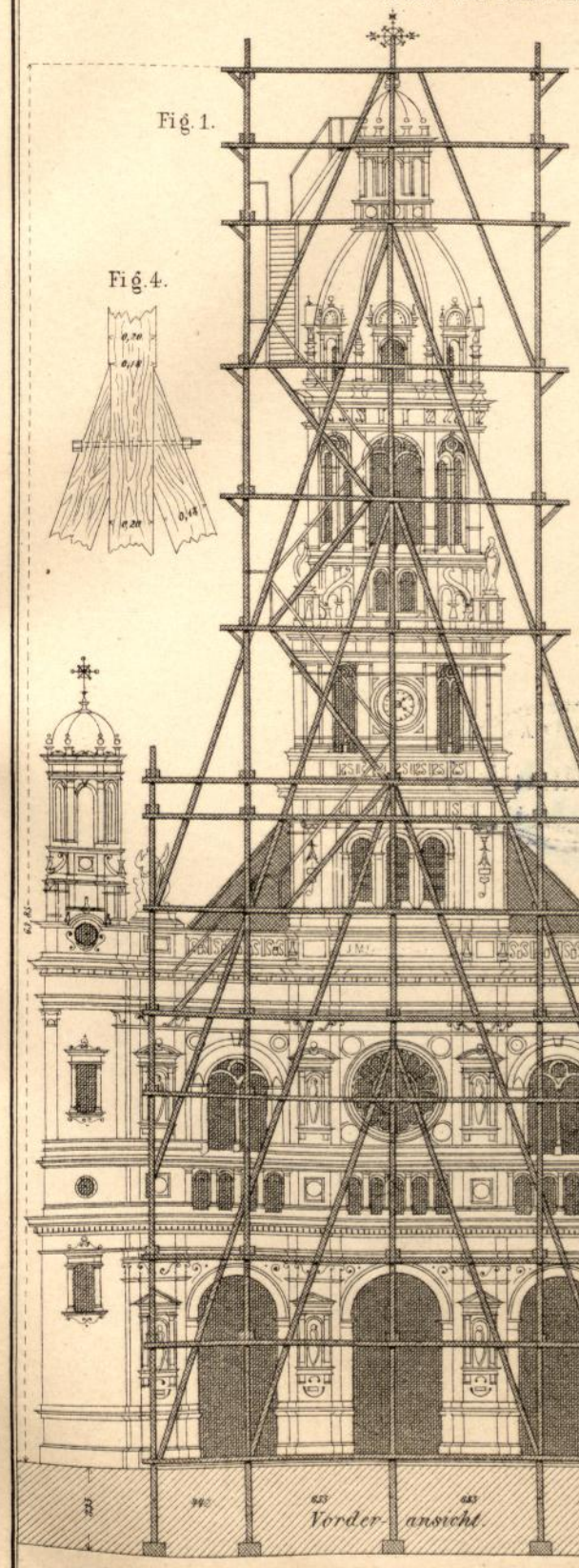


Fig. 2.

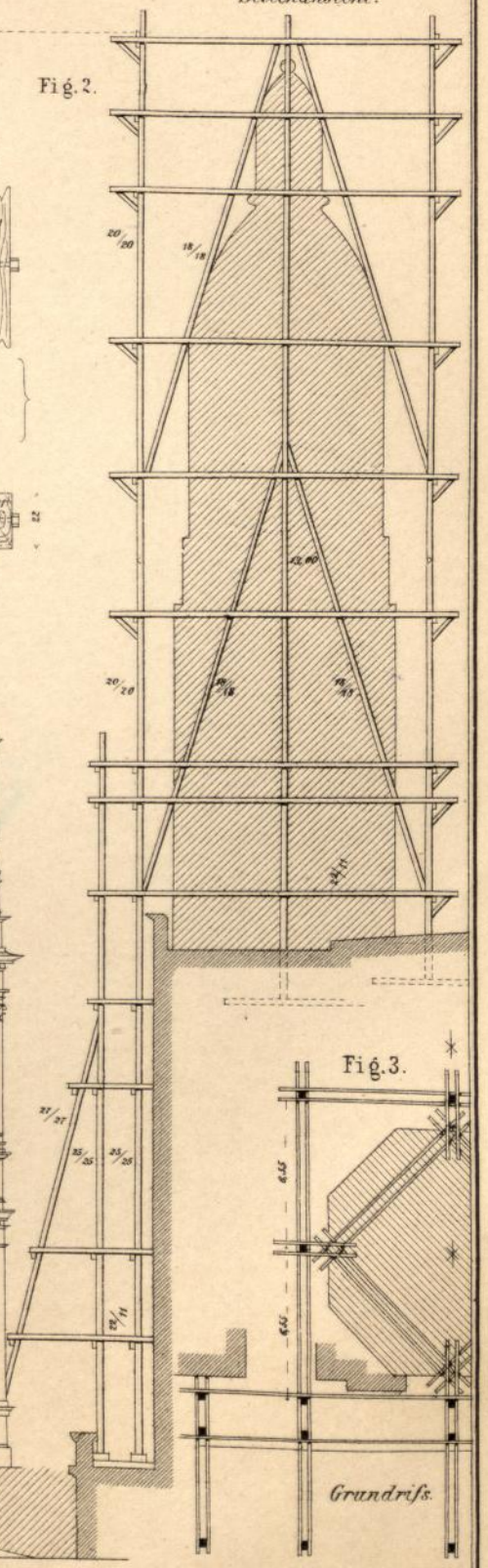


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

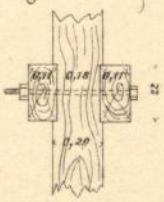
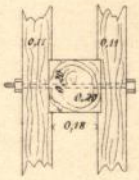


Fig. 6.



Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 121.

Fig. 4.

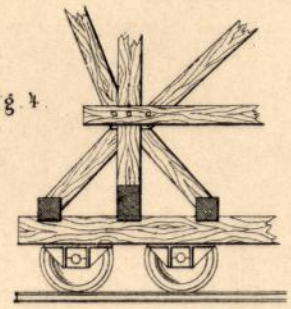


Fig. 1.

Fig. 5.

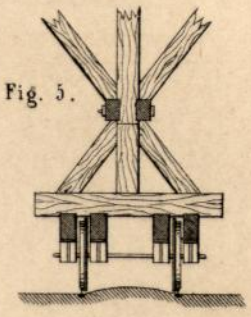
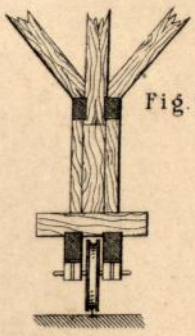
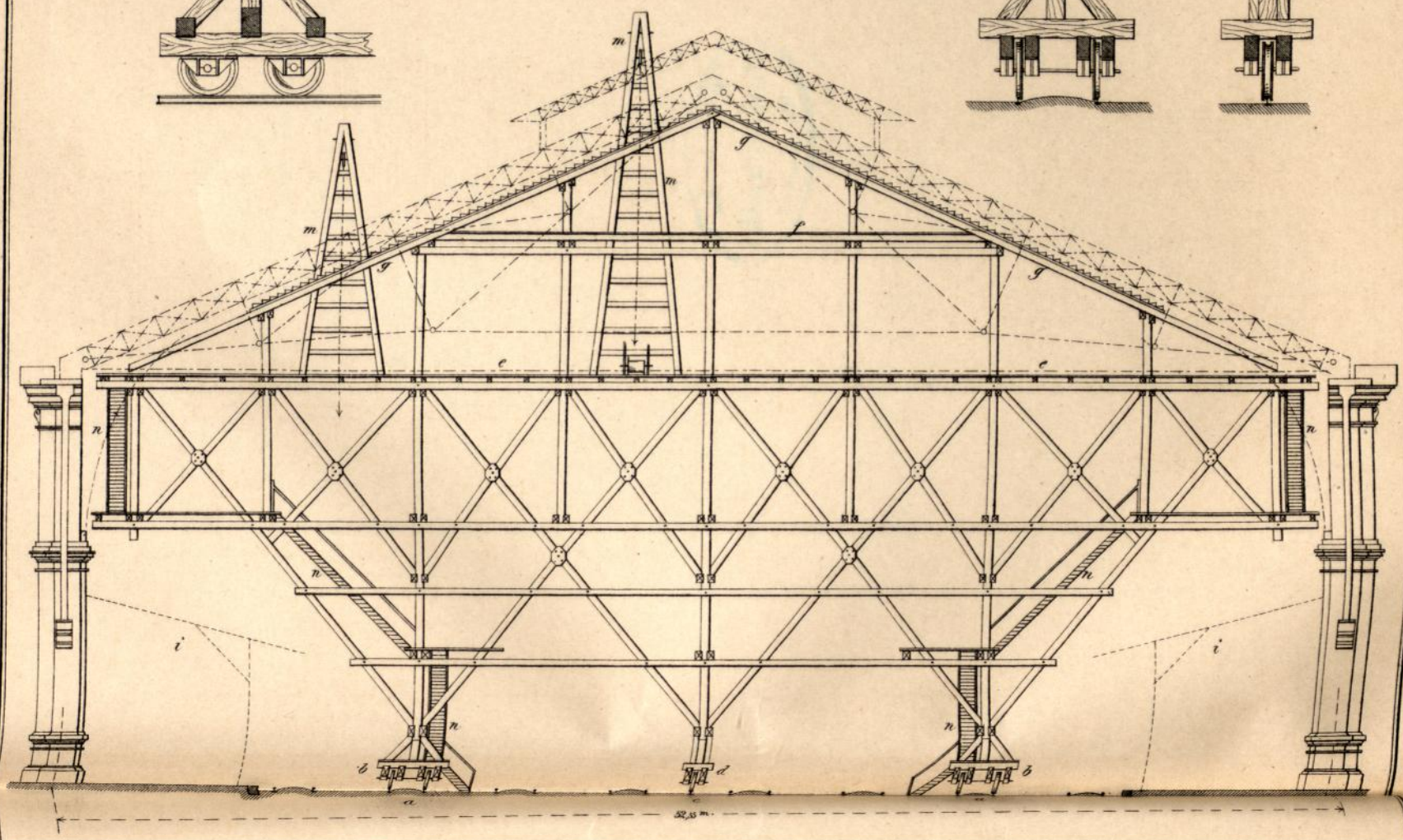
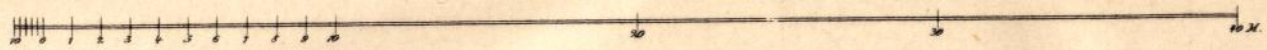


Fig. 6.







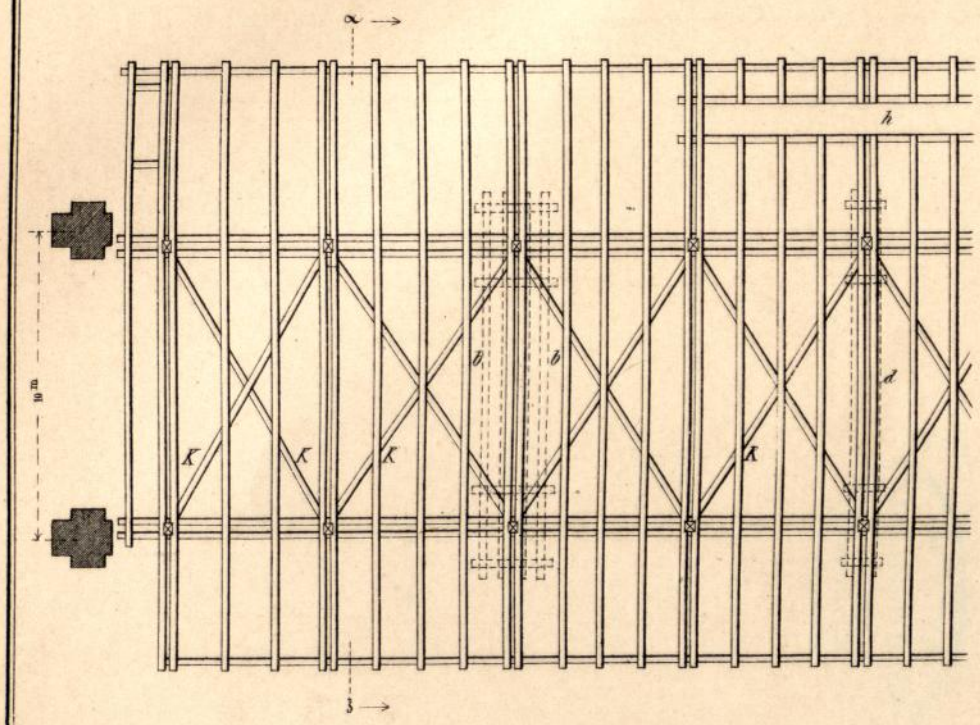
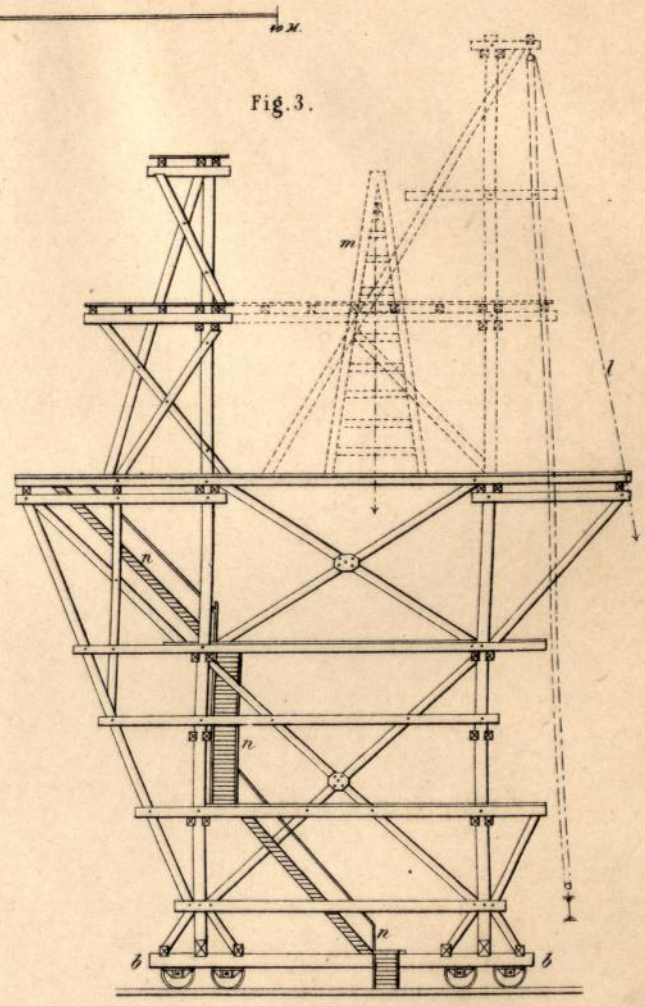


Fig. 2.

Fig. 3.



Schnitt α - β.

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Breymann, II. Holz. 6. Aufl.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 122.

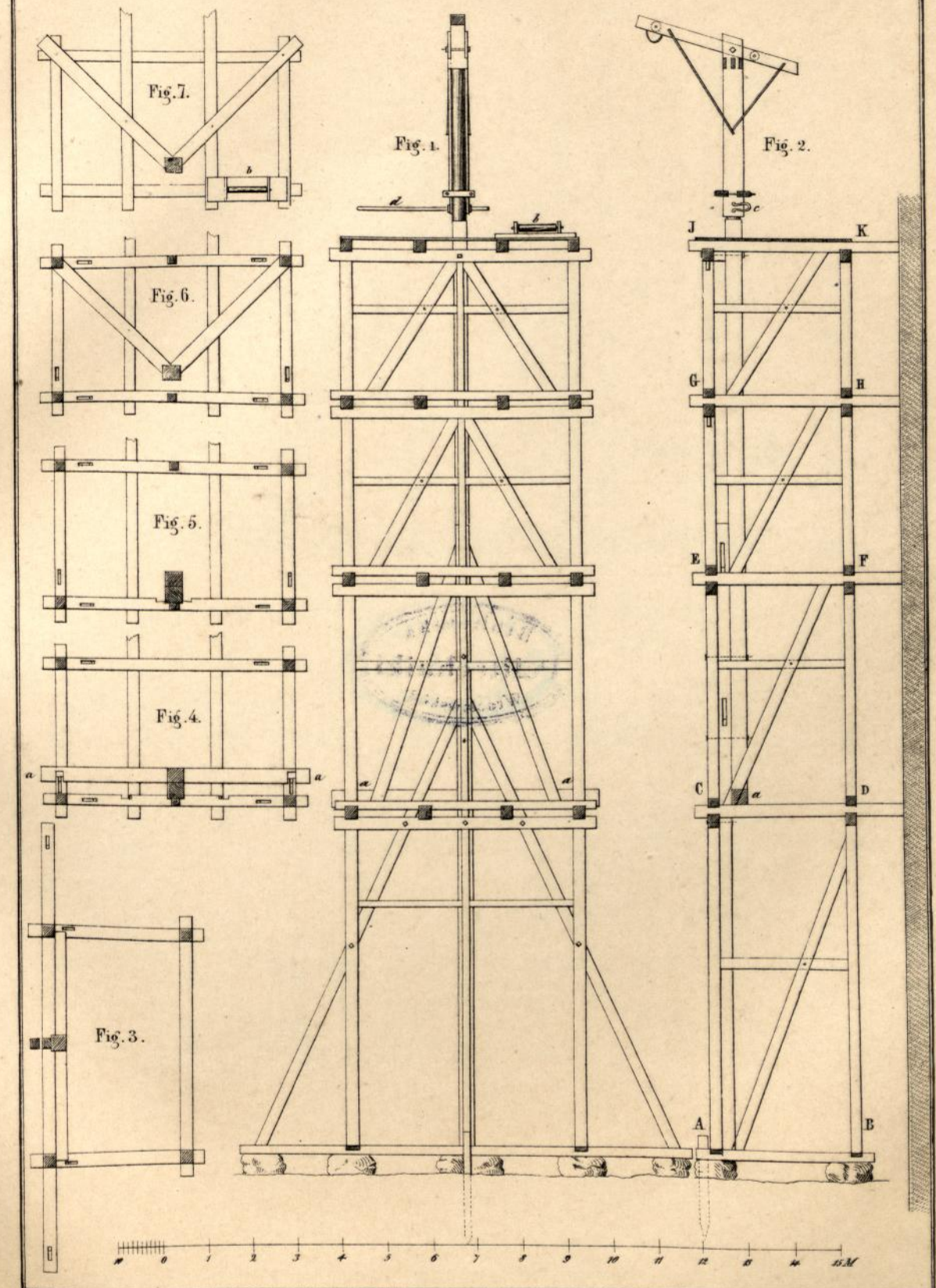


Fig. 7.
b
Fig. 6.
Fig. 5.
Fig. 4.
a
a
Fig. 3.
Fig. 1.
d
b
a
a
Fig. 2.
c
J
K
G
H
E
F
C
a
D
A
B
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15M

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

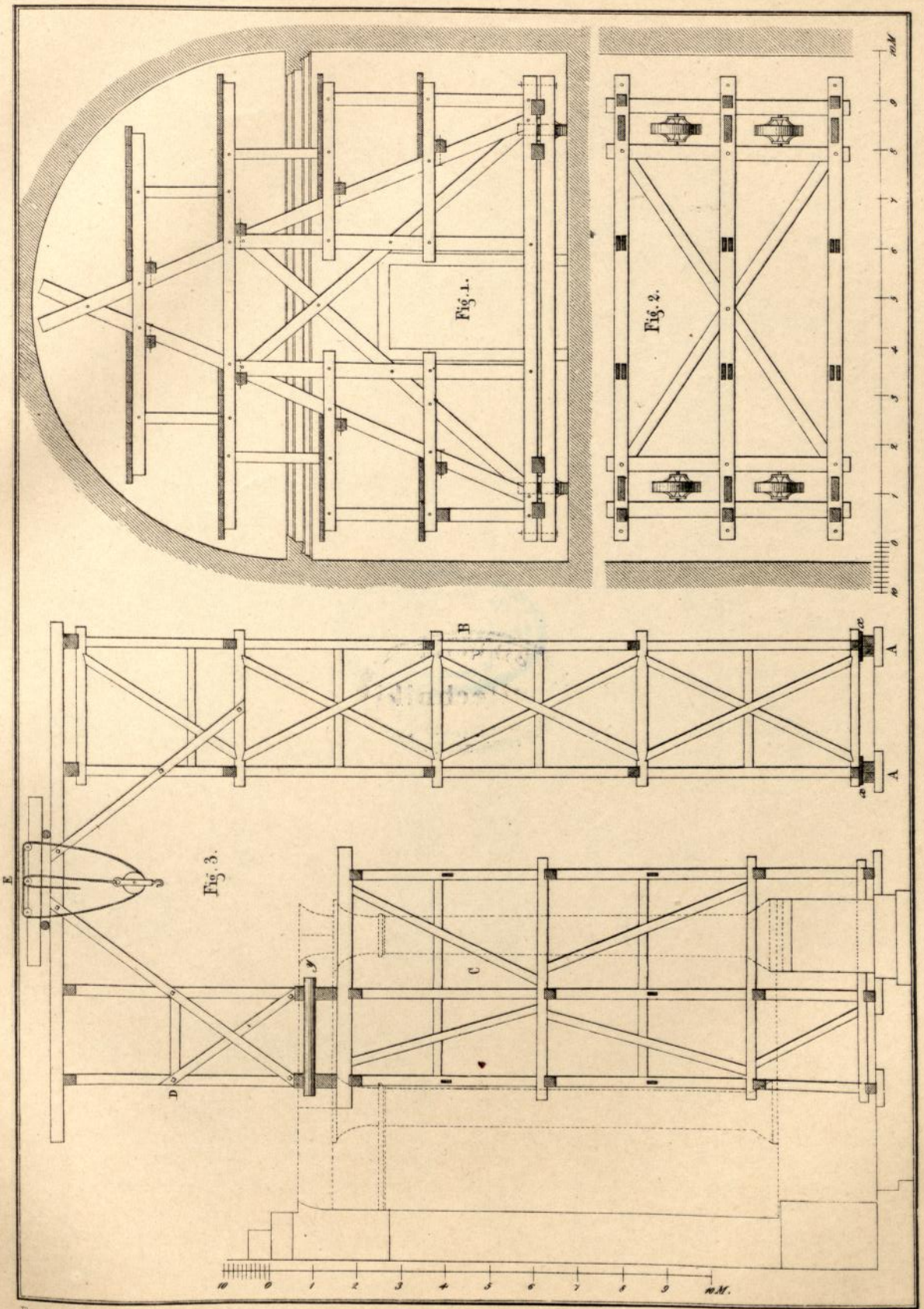


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
A
B
C
D
E
a
b
c
m N.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Taf. 124.

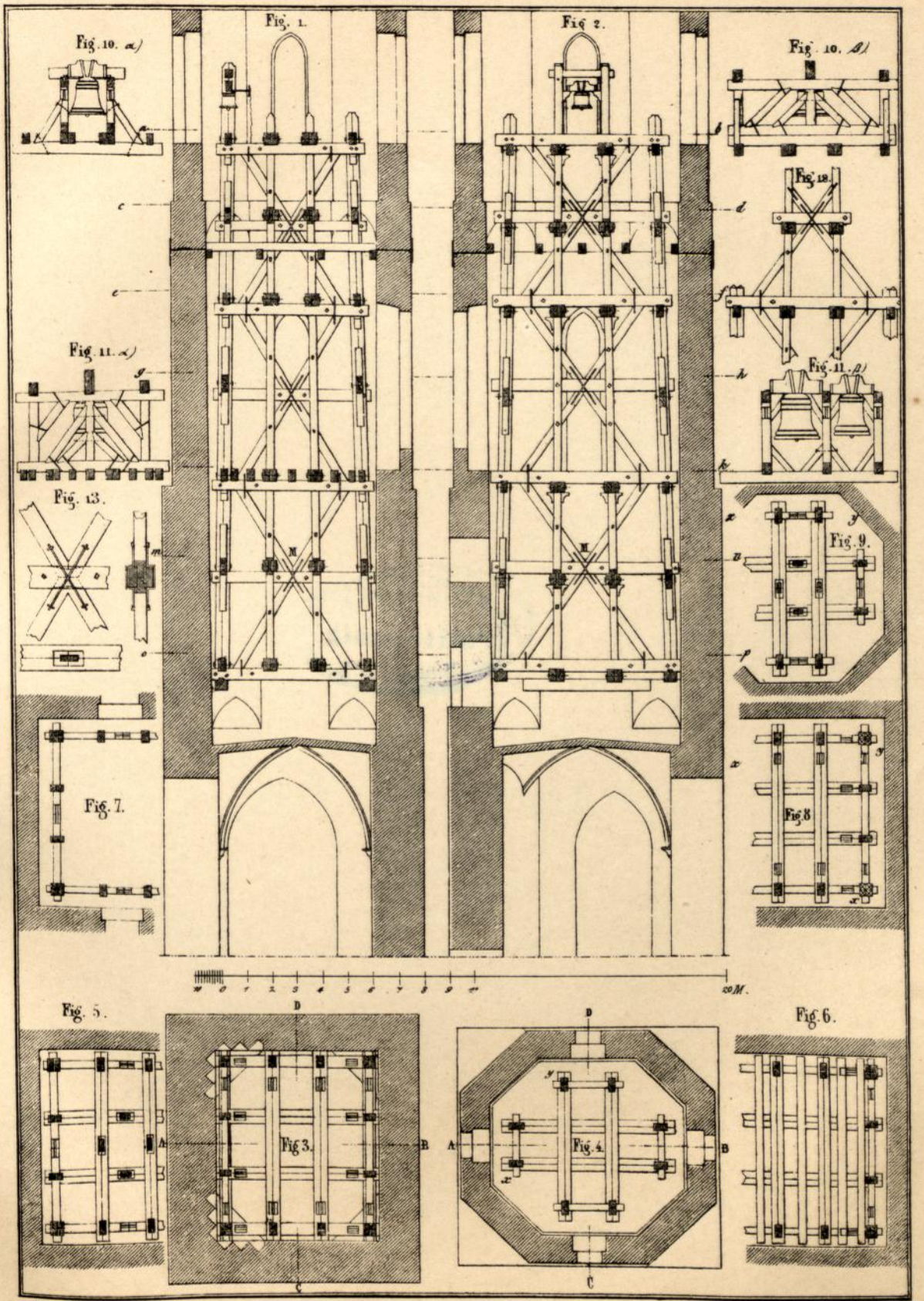


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 10. α)
Fig. 10. β)
Fig. 11. α)
Fig. 11. β)
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 9.
Fig. 8.
Fig. 7.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 3.
Fig. 4.
A
B
C
D
M.

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej